



## أثر الخصائص المطرية في توزيع الغطاء النباتي للأراضي الجبلية في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الدكتوراه في الجغرافيا  
قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود

إعداد الطالبة  
خديجة بنت أحمد بن أمين عزيز

المشرف المساعد  
الدكتور/ محمد فضيل بورويه

المشرف  
الدكتور/ جهاد محمد قربه

أثر الخصائص المطرية في توزيع الغطاء النباتي  
للأراضي الجبلية في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية

إعداد الطالبة

خديجة بنت أحمد بن أمين عزيز

نوقشت هذه الرسالة يوم الأربعاء بتاريخ ٢٥/٢/١٤٢٣ هـ الموافق ٨/٥/٢٠٠٢ م  
وتمت إجازتها.

أعضاء لجنة الحكم

١- الدكتور/ جهاد محمد قربه

مشرفاً وعضواً مقررًا

التوقيع



٢- الأستاذ الدكتور/ عبدالعزيز بن عبداللطيف آل الشيخ

عضواً ممتحناً

التوقيع



٣- الأستاذ الدكتور/ عبدالله بن ناصر الوليعي

عضواً ممتحناً

التوقيع



٤- الدكتور / أحمد بن حمد الفرحان

عضواً ممتحناً

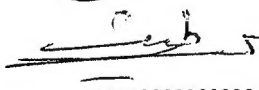
التوقيع



٥- الدكتور/ عبدالله بن سليمان الحديثي

عضواً ممتحناً

التوقيع



## شكر وتقدير

الحمد والشكر لله وحده على جزيل نعمه وعظيم منه وكرمه أن من علي ووفقتي في إنجاز هذه الرسالة التي لا يستطيع إنسان بمفرده إنجاز ما تم إنجازه دون مساعدة ذوي الاختصاص.

لذا .. فإنه يسعدني أن أبدأ شكري وعرفاني لقسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة الملك سعود، وأعضاء هيئة التدريس والإداريين والفنيين لكل ما قدموه لي من مساعدة وأخص بالذكر سعادة أ. د. عبدالعزيز بن عبداللطيف آل الشيخ - رئيس القسم على كل مساعداته القيمة ورعايته الأبوية، كما أشكر سعادة د. جهاد محمد قريه، على توليه مهمة الإشراف الأكاديمي لإتمام هذا البحث وعلى توجيهاته التصحيحية التي أثرت محتوى الدراسة المعرفي، كما أود أن أتقدم بشكر خاص للمشرف المساعد سعادة د. محمد فضيل بوروبه، على مساعداته القيمة وجهوده المتواصلة وتوجيهاته المستمرة بروح وإخلاص علمي فاضل منذ الخطوة الأولى في إعداد هذا البحث.

كما أشكر أعضاء لجنة المناقشة لتفضلهم بقبول مناقشة هذا البحث، كما لا يفوتني أن أتقدم بالشكر الجزيل لجميع من كان لي شرف استشارته في أي موضوع يتعلق بهذا البحث سواء أكان جهة رسمية أم بصفة شخصية من أساتذتي الأفاضل سعادة أ. د. يحيى بن محمد أبو الخير، سعادة أ. د. عبدالله بن أحمد الطاهر، سعادة د. محمد بن طاهر اليوسف، سعادة د. محمد عبدالعال صالح، سعادة د. على نورالدين إسماعيل، أو الزميلات الكريمات في مجال العمل أو الدراسة أو غيرهم ممن لم تسعفني ذاكرتي بإيراد اسمه أو جهته ضمن هذا التنويه بالشكر والتقدير على اقتراحاتهم المنيرة التي أضاعت الطريق لي واستطعت من خلالها التغلب على كثير من المشاكل والعقبات.

كما أتوجه بالشكر الجزيل للمسؤولين في قسم الهيدرولوجيا بوزارة الزراعة والمياه، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة ممثلة في أ. عبدالغفور أحمد قاري، على مساعدتهم لي في توفير البيانات والإحصاءات المناخية والنباتية التي اعتمدت عليها الدراسة.

وأخيراً أتقدم بعظيم الشكر والعرفان بلا حدود لرفيق دربي زوجي سعادة د. عبدالله بن مصلح النفيعي الذي سخر لي كل الظروف والإمكانات بفضل الله ثم بفضل دعمه المتواصل الذي مكّني من تحصيل هذا الحاصل وأرجو أن يكون فيه نفع وفائدة وإثراء للدراسات المستقبلية في المنطقة.

ومرة أخرى لكل هؤلاء مني جزيل الشكر والعرفان ومن الله الأجر والثواب، وأن يجعله الله عملاً خالصاً لوجهه الكريم. وصلى الله وسلم على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم.

\*\*\*\*\*

## فهرس الجداول

رقم الجدول	الصفحة
١	المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير ٢٥ ١٩٧٠-١٩٩٧م.
٢	المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار حسب الارتفاعات في ٢٩ المنطقة الجبلية بعسير.
٣	معدل الأمطار السنوية المطلقة - الفعلية والارتفاع والبعد عن البحر ٣٥ في محطات المنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠-١٩٩٧م.
٤	المحطات المناخية وقياس الأمطار حسب اتجاه السفوح في المنطقة ٣٩ الجبلية بعسير.
٥	المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير ٤٤ حسب تصنيف تيسن.
٦	معدل درجة الحرارة/م° ، الشهرية والعظمى والصغرى والسنوية في ٧١ المحطات المناخية ١٩٧٠-١٩٩٧م.
٧	معدل درجة الحرارة العظمى والصغرى والفصلية والسنوية في ٧٥ المحطات المناخية ١٩٧٠-١٩٩٧م.
٨	معدل الرطوبة النسبية الشهرية والعظمى والصغرى والسنوية في ٧٦ المحطات المناخية ١٩٧٠-١٩٩٧م.
٩	معدل الرطوبة النسبية العظمى والصغرى والفصلية والسنوية في ٧٨ المحطات المناخية ١٩٧٠-١٩٩٧م.
١٠	النسبة المئوية لمعدلات الأمطار الفصلية المطلقة والفعلية من ٨٧ المعدلات السنوية في المنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠-١٩٩٧م.
١١	العناصر الجوية المحققة على سطح الأرض لكل من محطتي أبها ٩٥ وخميس مشيط لبعض الوضعيات الجوية المختلفة المولدة للأمطار على جبال السروات.
١٢	معدلات الإشعاع الشمسي (سعر/سم <sup>٢</sup> /يوم ) وساعات السطوع ١١٣ الشمسي (ساعة/يوم).
١٣	المعدل الشهري لفترة السطوع وكمية الإشعاع الشمسي (سعر/سم <sup>٢</sup> ١١٤ /يوم ) في المحطات المناخية.



الصفحة	رقم الجدول
١١٥	١٤ العلاقة بين عدد ساعات السطوع (ساعة/يوم) والإشعاع الشمسي (سعر/سم <sup>٢</sup> /يوم) في المحطات المناخية.
١١٥	١٥ المعدلات الفصلية للإشعاع الشمسي (سعر/سم <sup>٢</sup> /يوم) وعدد ساعات السطوع الشمسي (ساعة/فصل).
١٢١	١٦ العلاقة بين معدلات الحرارة الشهرية (م) وعدد ساعات السطوع الشمسي (ساعة/يوم) وكمية الإشعاع الشمسي (سعر/سم <sup>٢</sup> /يوم) في بعض المحطات المناخية.
١٢٧	١٧ العلاقة بين معدلات الحرارة الشهرية (م) وارتفاع المحطات وبعدها عن البحر.
١٢٨	١٨ معدلات الحرارة الشهرية (م) بمحطات المنطقة الجبلية بعسير.
١٣٠	١٩ المعدل الشهري والسنوي للرطوبة النسبية في المحطات المناخية ١٩٧٠-١٩٩٧م.
١٣٠	٢٠ المعدلات الفصلية للرطوبة النسبية في المحطات المناخية ١٩٧٠-١٩٩٧م.
١٣١	٢١ العلاقة بين معدلات الرطوبة الشهرية وارتفاع المحطات وبعدها عن البحر.
١٣٣	٢٢ معدلات الرطوبة النسبية الشهرية في محطات المنطقة الجبلية بعسير.
١٤١	٢٣ المعدل الشهري للتبخر المقاس (مم) في المحطات المناخية ١٩٧٠-١٩٩٧م.
١٤٦	٢٤ العلاقة بين المعدلات الشهرية للحرارة (م) والتبخر المقاس (مم) بالمحطات المناخية ١٩٧٠-١٩٩٧م.
١٤٩	٢٥ معدل التبخر/النتح الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة ١٩٧٠-١٩٩٧م في محطة أبها.
١٤٩	٢٦ معدل التبخر/النتح الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة ١٩٧٠-١٩٩٧م في محطة بيشة.
١٤٩	٢٧ معدل التبخر/النتح الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة ١٩٧٠-١٩٩٧م في محطة تنليث.

الصفحة	رقم الجدول
١٥٠	٢٨
معدل التبخر/النتح الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة ١٩٧٠-١٩٩٧م في محطة سراة عبيدة.	
١٥٠	٢٩
معدل التبخر/النتح الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة ١٩٧٠-١٩٩٧م في محطة سرلعصان.	
١٥٠	٣٠
معدل التبخر/النتح الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة ١٩٧٠-١٩٩٧م في محطة النماص.	
١٥٥	٣١
معادلات حساب معدلات التبخر/النتح الشهري (مم) المعدلة في محطة أبها.	
١٥٦	٣٢
معادلات حساب معدلات التبخر/النتح الشهري (مم) المعدلة في محطة بيشة.	
١٥٧	٣٣
معادلات حساب معدلات التبخر/النتح الشهري (مم) المعدلة في محطة تنليث.	
١٥٨	٣٤
معادلات حساب معدلات التبخر/النتح الشهري (مم) المعدلة في محطة سراة عبيدة.	
١٥٩	٣٥
معادلات حساب معدلات التبخر/النتح الشهري (مم) المعدلة في محطة سرلعصان.	
١٦٠	٣٦
معادلات حساب معدلات التبخر/النتح الشهري (مم) المعدلة في محطة النماص.	
١٦١	٣٧
المعدلات التبخر/النتح الشهرية المحسوبة بمعادلة ثورنثوايت المعدلة في محطات المنطقة الجبلية بعسير.	
١٦٥	٣٨
المعدلات الشهرية لسرعة الرياح (كم/ساعة) في المحطات المناخية ١٩٧٠/١٩٩٧م.	
١٧٦	٣٩
تغيرات معدل الأمطار للفئات السنوية في محطات المنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠-١٩٩٧م.	
١٧٨	٤٠
تغيرات معدل نقص الأمطار المطلقة للفئات السنوية في محطات المنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠-١٩٩٧م.	

الصفحة	رقم الجدول
١٨٤	٤١ المحطات المطيرة التي تفوق معدلاتها المطلقة والفعلية عن المعدل السنوي المطلق والفعلي المقدر في المحطة بالمنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠-١٩٩٧م.
١٩٨	٤٢ تغيرات معدل الأمطار للفئات الفصلية في محطات المنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠-١٩٩٧م.
٢١٨	٤٣ النسبة المئوية لمعدلات الأمطار المطلقة الشهرية والفصلية من المعدل السنوي في محطات المنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠-١٩٩٧م.
٢٢٠	٤٤ النسبة المئوية لمعدلات الأمطار الشهرية والسنوية (المطلقة - الفعلية) في محطات المنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠-١٩٩٧م.
٢٢٨	٤٥ تغيرات معدل الأمطار للفئات الشهرية في محطات المنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠-١٩٩٧م.
٢٣٩	٤٦ الخواص الهيدرولوجية للأحواض الفرعية لحوض تصريف وادي بيشة.
٢٤٦	٤٧ إجمالي متوسط الأمطار السنوي على المنطقة الجبلية بعسير.
٢٤٧	٤٨ إجمالي متوسط الأمطار السنوي على حوض تصريف وادي بيشة.
٢٤٨	٤٩ إجمالي متوسط الأمطار السنوي على حوض تصريف وادي تنليلث.
٢٤٩	٥٠ قياس معدل الرطوبة المحلية K في المناطق المرتفعة لبعض الأحواض الكبرى في قارات أفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبية.
٢٤٩	٥١ إجمالي الأمطار الهاطلة على المنطقة الجبلية بعسير من الرطوبة المنقولة من الخارج ونتيجة تكثيف الرطوبة محلياً.
٢٥١	٥٢ مقارنة لمعاملات الجريان السطحي لحوضي وادي بيشة ووادي تنليلث في المنطقة الجبلية بعسير.
٢٥٢	٥٣ إجمالي الجريان المائي السطحي وتحت السطحي في المنطقة الجبلية بعسير.
٢٥٣	٥٤ تقديرات الموارد المائية المتجددة للاستخدامات العامة عام ١٤٢٠هـ في المنطقة الجبلية بعسير.
٢٥٤	٥٥ التوازن المائي في المنطقة الجبلية بعسير.

الصفحة	رقم الجدول
٢٦٥	٥٦
أقصى فرق مقاس بين معدلي هطول الأمطار والتبخر/النتح لبعض المحطات المختارة في المنطقة الجبلية بعسير.	
٢٧٤	٥٧
أنواع النباتات في المنطقة الجبلية بعسير.	
٢٩١	٥٨
العناصر المناخية والهيدرولوجية المؤثرة على المناطق النباتية المناخية في المنطقة الجبلية بعسير.	
٢٩٨	٥٩
التباينات المكانية في المناطق النباتية المناخية في المنطقة الجبلية بعسير.	
٣٠١	٦٠
تباينات أنواع التربة في المناطق النباتية المناخية في المنطقة الجبلية بعسير.	
٣٠٣	٦١
النباتات السائدة في المناطق النباتية المناخية في المنطقة الجبلية بعسير.	

## فهرس الأشكال

رقم الشكل	الصفحة
١	موقع منطقة عسير ضمن مناطق المملكة الإدارية. ٢٢
٢	محافظات منطقة عسير. ٢٣
٣	مواقع المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار. ٢٦
٤	المحطات المناخية حسب ارتفاعاتها بالأمتار عن مستوى سطح البحر. ٣١
٥	المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار حسب الارتفاع في منطقة عسير الجبلية. ٣٢
٦	العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق وارتفاع المحطات. ٣٣
٧	العلاقة بين معدل الأمطار السنوي الفعلي وارتفاع المحطات. ٣٤
٨	العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق وبعد المحطات عن البحر. ٣٦
٩	العلاقة بين معدل الأمطار السنوي الفعلي وبعد المحطات عن البحر. ٣٧
١٠	السلاسل الزمنية للقياسات المناخية والمطرية ١٩٦٥-١٩٩٧م. ٤١
١١	مجالات التأثير للمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار حسب طريقة تيسن. ٤٢
١٢	العلاقة بين أمطار شهر يناير بمحطتي أبها وعلكم قبل تصحيح بيانات المحطتين. ٤٦
١٣	العلاقة بين أمطار شهر يناير بعد تصحيح بيانات محطة علكم بواسطة بيانات محطة أبها. ٤٦
١٤	العلاقة بين أمطار شهر يناير بعد تصحيح بيانات محطة أبها بواسطة بيانات محطة علكم. ٤٦
١٥	العلاقة بين أمطار شهر يناير بمحطتي أبها وعلكم بعد تصحيح بيانات المحطتين. ٤٦
١٦	التكوينات الصخرية في الأراضي الجبلية في عسير. ٥٢
١٧	مجري الشبكة المائية في منطقة عسير الجبلية. ٥٧
١٨	طبوغرافية منطقة عسير. ٥٩
١٩	المنحنى الهيسوممري لتضاريس الأراضي الجبلية في عسير. ٦٢
٢٠	كثافة الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة عسير. ٦٥
٢١	معدل درجة الحرارة (م) السنوية والعظمى والصغرى في منطقة الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م. ٧٣

رقم الشكل	الصفحة
٢٢	معدل الرطوبة النسبية السنوية والعظمى والصغرى في منطقة الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧ م. ٧٣
٢٣	الوضع الجوية ليوم ٢٩/٤/١٩٩٩ م، بدايات التسخين وتراجع النظام القطبي وبداية سيطرة المنخفض الهند الموسمي. ٩٠
٢٤/أ	الوضع الجوية ليوم ٢٥/٣/١٩٩٧ م، الساعة ١٢ ليلاً، الانسياحات الباردة العميقة لفصل الربيع. ٩٣
٢٤/ب	الوضع الجوية ليوم ٢٥/٣/١٩٩٧ م، الساعة ١٢ ظهراً، استتباب الجريان الجنوبي الغربي على جبال السروات، نموذج للانسياحات الجنوبية الغربية المعوضة. ٩٦
٢٤/ج	الوضع الجوية ليوم ٢٥/٣/١٩٩٧ م، الساعة ٦ مساءً، تلاشي الانسياحات الجنوبية الغربية وتقهقر الانسياح البارد وتقدم المنخفض شرقاً. ٩٧
٢٥/أ	الوضع الجوية ليوم ١١/١/١٩٩٩ م، الساعة ١٢ ليلاً، تفاعل الهواء المداري الرطب مع الكتلة القارية شبه القطبية المرتفع السيبيري في مرحلة تراجعه. ٩٨
٢٥/ب	الوضع الجوية ليوم ١١/١/١٩٩٩ م، بعد ٦ ساعات، تراجع المرتفع السيبيري وتقدم منخفض السودان. ١٠٠
٢٦	الوضع الجوية ليوم ١/٣/١٩٨٦ م، النشوء الاضطرابي على خلية المتوسط الشرقي انسياح بارد لتنشيط منخفض السودان. ١٠٢
٢٧/أ	تاووضع الجوية ليوم ١٣/٧/١٩٩٩ م، الساعة ١٢ ليلاً، بداية تفاعل منخفض الهند الموسمي بخليته العربية مع منخفض السودان. ١٠٤
٢٧/ب	الوضع الجوية ليوم ١٣/٧/١٩٩٩ م، الساعة ٦ صباحاً، تأكيد نشاط تفاعل منخفض الهند الموسمي مع منخفض السودان. ١٠٥
٢٧/ج	الوضع الجوية ليوم ١٣/٧/١٩٩٩ م، الساعة ٦ مساءً، تلاشي التفاعل المشترك بين منخفض الهند الموسمي ومنخفض السودان. ١٠٦
٢٨	الوضع الجوية ليوم ٢/٩/١٩٩٩ م، الساعة ١٢ ظهراً، بداية تلاشي منخفض الهند الموسمي وضعف تبلور منخفض السودان. ١٠٩
٢٩	معدل الحرارة لشهر يناير في منطقة عسير الجبلية ١٩٧٠/٧٠ م. ١١٨

الصفحة	رقم الشكل
١١٩	٣٠ معدل الحرارة لشهر يوليو في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠ م.
١٢٢	٣١ تغيرات معدل الحرارة الشهري والعظمى والصغرى في محطة أبها.
١٢٢	٣٢ تغيرات معدل الحرارة الشهري والعظمى والصغرى في محطة بيشة.
١٢٢	٣٣ تغيرات معدل الحرارة الشهري والعظمى والصغرى في محطة تثليث.
١٢٣	٣٤ تغيرات معدل الحرارة الشهري والعظمى والصغرى في محطة خميس مشيط.
١٢٣	٣٥ تغيرات معدل الحرارة الشهري والعظمى والصغرى في محطة سرلحسان.
١٢٣	٣٦ تغيرات معدل الحرارة الشهري والعظمى والصغرى في محطة سراة عبيدة.
١٢٣	٣٧ تغيرات معدل الحرارة الشهرية والعظمى والصغرى في محطة النماص.
١٣٥	٣٨ تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة أبها.
١٣٥	٣٩ تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة بيشة.
١٣٥	٤٠ تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة تثليث.
١٣٥	٤١ تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة خميس مشيط.
١٣٦	٤٢ تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة سرلحسان.
١٣٦	٤٣ تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة سراة عبيدة.
١٣٦	٤٤ تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة النماص.
١٤٢	٤٥ معدل التبخر/النتح لشهر يوليو المحسوب بمعادلة ثورنثوايت المعدلة ١٩٩٧/٧٠ م بمنطقة عسير الجبلية.
١٤٤	٤٦ معدل التبخر/النتح السنوي المحسوب بمعادلة ثورنثوايت المعدلة ١٩٩٧/٧٠ م بمنطقة عسير الجبلية.
١٤٥	٤٧ العلاقة بين معدل الحرارة الشهري ومعدل التبخر الشهري في المحطات المناخية ١٩٧٠-١٩٩٧ م (أ إلى و).
١٦٣	٤٨ اتجاهات الرياح في الأراضي الجبلية بعسير.
١٦٧	٤٩ العلاقة بين معدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في محطة أبها.

رقم الشكل	الصفحة
٥٠	العلاقة بين معدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في محطة سرة عبيدة. ١٦٧
٥١	العلاقة بين معدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في محطة بيشه. ١٦٧
٥٢	العلاقة بين معدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في محطة خميس مشيط. ١٦٧
٥٣	تغيرات الأمطار السنوية القصوى والصغرى ومعدلات الأمطار المطلقة والفعالية بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م. ١٧٤
أ/٥٤	العلاقة بين معدل الأمطار السنوي الفعلي ومعدل الأمطار السنوي المطلق بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م. ١٨٧
ب/٥٤	العلاقة بين عدد السنوات المطيرة ومعدل الأمطار السنوي المطلق بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م. ١٨٧
٥٥	العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الفصلي الفعلي الأقصى بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م. ١٨٧
٥٦	العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الفصلي المطلق الأقصى بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م. ١٨٧
٥٧	العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الشهري المطلق الأقصى بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م. ١٨٨
٥٨	العلاقة بين المعدل الشهري الفعلي الأقصى للأمطار والمعدل السنوي المطلق للأمطار بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م. ١٨٨



الصفحة	رقم الشكل
١٨٨	٥٩
العلاقة بين معدل الأمطار الشهري الفعلي الأقصى ومعدل الأمطار السنوي الفعلي بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م.	
١٨٨	٦٠
العلاقة بين معدل الأمطار السنوي الفعلي ومعدل الأمطار الفصلي الفعلي الأقصى بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م.	
١٨٩	٦١
معدل الأمطار السنوية (المطلقة) في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م.	
١٩٠	٦٢
معدل الأمطار السنوية (الفعلية) في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م.	
١٩٥	٦٣
التغيرات الفصلية للأمطار بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م.	
٢٠٩	٦٤
معدل الأمطار الفصلية (المطلقة) لفصل الربيع في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م.	
٢١٠	٦٥
معدل الأمطار الفصلية (الفعلية) لفصل الربيع في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م.	
٢١٢	٦٦
معدل الأمطار الفصلية (المطلقة) لفصل الشتاء في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م.	
٢١٣	٦٧
معدل الأمطار الفصلية (الفعلية) لفصل الشتاء في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م.	
٢١٥	٦٨
معدل الأمطار الفصلية (المطلقة) لفصل الصيف في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م.	
٢١٦	٦٩
معدل الأمطار الفصلية (الفعلية) لفصل الصيف في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م.	
٢٢٦	٧٠
تغيرات المعدلات الشهرية المطلقة للأمطار بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م.	
٢٣٣	٧١
معدل الأمطار الشهرية (الفعلية) شهر ابريل في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م.	
٢٣٧	٧٢
أحواض التصريف في منطقة عسير الجبلية.	
٢٤١	٧٣
مساحة الأحواض الفرعية لحوض تصريف وادي بيّشه (كلم ٢).	

الصفحة	رقم الشكل
٢٤٢	٧٤ الكثافة (كم/كم <sup>٢</sup> ) والشكل (الطول/العرض) في الأحواض المائية الفرعية لحوض تصريف وادي بيشة.
٢٥٥	٧٥ عناصر الإمداد والفقد في معادلة التوازن المائي بمنطقة عسير الجبلية.
٢٥٧	٧٦ وحدات التربة الأساسية في منطقة عسير الجبلية.
٢٥٩	٧٧ المجموعات الكبرى للتربة في منطقة عسير الجبلية.
٢٦٦	٧٨ أقصى فرق مقياس بين معدلي هطول الأمطار والتبخر/النتح لفترة حدوث التشبع في بعض المحطات المختارة بالأراضي الجبلية في عسير.
٢٦٧	٧٩ العلاقة بين معدلات الأمطار و التبخر/النتح في دورة مائية كاملة بمنطقة الجبال المرتفعة وسط حوض تصريف وادي بيشة.
٢٦٩	٨٠ العلاقة بين معدلات الأمطار و التبخر/النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الشمالية والغربية من حوض تصريف وادي بيشة.
٢٧٠	٨١ العلاقة بين معدلات الأمطار و التبخر/النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الغربية والجنوبية من حوض تصريف وادي بيشة.
٢٧١	٨٢ العلاقة بين معدلات الأمطار و التبخر/النتح في دورة مائية كاملة في المنطقة التي تغطي الأجزاء الشرقية والشمالية والجنوبية من حوض تصريف وادي تثليث.
٢٧٦	٨٣ تصنيف النباتات الطبيعية في المنطقة الجبلية بعسير.
٢٧٨	٨٤ أصناف ورتب وفصائل/عائلات النباتات اللازهرية الوعائية (التريدية) في المنطقة الجبلية بعسير.
٢٧٩	٨٥ أصناف ورتب وفصائل/عائلات النباتات عاريات البذور المميزة في المنطقة الجبلية بعسير.
٢٨١	٨٦ أصناف ورتب وفصائل/عائلات النباتات كاسيات البذور في المنطقة الجبلية بعسير.
٢٨٣	٨٧ أصناف ورتب وفصائل/عائلات النباتات كاسيات البذور ثنائية الفلقة في المنطقة الجبلية بعسير.
٢٨٩	٨٨ مسميات المناطق النباتية المناخية بالأراضي الجبلية في عسير.

الصفحة	رقم الشكل
٢٩٥	٨٩
المعدل العام السنوي للأمطار الفعلية في المناطق النباتية المناخية بمنطقة عسير الجبلية.	
٢٩٦	٩٠
المعدل العام للتبخر خلال موسمي الأمطار والجفاف في المناطق النباتية المناخية بمنطقة عسير الجبلية.	
٢٩٧	٩١
المعدل العام للرطوبة النسبية خلال موسمي الأمطار والجفاف في المناطق النباتية المناخية بمنطقة عسير الجبلية.	
٢٩٩	٩٢
التوزيع النسبي لمساحات المناطق النباتية المناخية بمنطقة عسير الجبلية.	
٣٠٦	٩٣
أنواع النباتات السائدة في المناطق النباتية المناخية بالأراضي الجبلية في عسير.	

## فهرس الملاحق

رقم الملحق	الصفحة
أ	المفاهيم النظرية. ٣٣٠
ب	معدلات الأمطار المطلقة والفعلية الشهرية والفصلية والسنوية في محطات الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م. ٣٣٨
ج	معادلات النموذج . ٣٤١
د	المعدلات الشهرية للتبخر المحسوبة بمعادلة الجراش في محطات منطقة عسير الجبلية. ٣٤٤
هـ	معدل الأمطار للفئات السنوية في محطات الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م. ٣٤٥
و	نسبة إسهام معدل الأمطار الفصلية المطلقة والفعلية من المعدلات السنوية في محطات الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م. ٣٤٦
ز	التغيرات الفصلية لقيم معدلات الأمطار المطلقة والفعلية والقصوى والصغرى في محطات الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م. ٣٤٨
ح	معدلات ونسب الأمطار المطلقة الشهرية والفصلية والسنوية في محطات الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م. ٣٤٩
ط	الفئات الشهرية لمعدل الأمطار المطلق ونسبة إسهامه في المعدل السنوي المطلق لمنطقة الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م. ٣٥١
ي	الفئات الشهرية لمعدل الأمطار الفعلي ونسبة إسهامه في المعدل السنوي الفعلي لمنطقة الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م. ٣٥٢
ك	الفئات الشهرية للأمطار القصوى في محطات الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م. ٣٥٣
ل	الفئات الشهرية للأمطار الصغرى في محطات الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م. ٣٥٤
م	معدلات الأمطار الفعلية والتبخر/النتح في دورة مائية كاملة بمنطقة الجبال المرتفعة وسط حوض تصريف وادي بيشة. ٣٥٥
ن	معدلات الأمطار الفعلية والتبخر/النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الشمالية والغربية من حوض تصريف وادي بيشة. ٣٥٨
س	معدلات الأمطار الفعلية والتبخر/النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الغربية والجنوبية من حوض تصريف وادي بيشة. ٣٦٠
ع	معدلات الأمطار الفعلية والتبخر/النتح في دورة مائية كاملة في المنطقة التي تغطي الأجزاء الشرقية والشمالية والجنوبية من حوض تصريف وادي تثليث. ٣٦٢

## ملخص الرسالة

ترتكز هذه الدراسة حول محورين أساسيين هما تحديد التغيرات الزمنية والمكانية للأمطار ومدى تأثيرها على التوزيع المكاني لأنواع النبات الطبيعي في المنطقة الجبلية بعسير، ودراسة الغطاء النباتي الطبيعي في الأراضي الجبلية بمنطقة عسير التي تصل إلى ارتفاعات تزيد على ثمانمائة متر فوق مستوى سطح البحر. وتهدف هذه الدراسة إلى إيجاد تصور جغرافي للعلاقة الزمنية والمكانية بين العناصر المناخية، وخاصة الأمطار ومركبات الوسط الطبيعي بالمنطقة الجبلية بعسير وأثر ذلك في التباينات المكانية لأنواع الغطاء النباتي الطبيعي.

وفي ضوء ذلك فقد تعرضت هذه الدراسة إلى تحليل التباينات المناخية للفترة ما بين ١٩٧٠ إلى ١٩٩٧م في خمس وثلاثين محطة تابعة لوزارة الزراعة والمياه والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وتمثل تلك البيانات دورة مناخية عادية يمكن اعتمادها لتحديد نظامي التساقط والجريان السطحي في المنطقة الجبلية بعسير.

وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الاستقرائي والتحليل الإحصائي التفصيلي المبسط للبيانات المناخية بعد تصحيح بعض السلاسل الزمنية للقياسات في بعض المحطات. واستخدمت بعض الأساليب الإحصائية والكارتوجرافية ممثلة في العديد من الخرائط والأشكال البيانية لتمثيل البيانات الرقمية لمعرفة تحديد العلاقات القائمة بين المتغيرات المناخية والعوامل الطبيعية بالمنطقة الجبلية بعسير. وتحديد العلاقات القائمة بين التباينات المكانية للأمطار والتوزيع المكاني للغطاء النباتي الطبيعي.

وقد اشتملت الرسالة على مقدمة وستة فصول، تناول الفصل الأول الإجراءات المنهجية وشمل موضوع الدراسة وأهميته ومشكلة الدراسة وأهدافها وتساؤلات البحث، والدراسات السابقة في هذا المجال ضمن الإطار النظري للبحث، ومنهج البحث وأساليبه الذي اشتمل على منطقة الدراسة والمحطات المختارة وكيفية تصنيفها، ومراحل تنفيذ البحث.

تناول الفصل الثاني دراسة تفصيلية للسماط الطبيعية العامة في الأراضي الجبلية بعسير كالخصائص الطبيعية والطبوغرافية. والعوامل الجغرافية والديناميكية المؤثرة في مناخ الأراضي الجبلية بعسير، مع تحليل لبعض الوضعيات الجوية الرئيسة المولدة للأمطار. وتناول الفصل الثالث تحليل ومعالجة الخصائص المناخية في الأراضي الجبلية بعسير وصممت فيه نماذج تقدير معدلات الحرارة والرطوبة النسبية والتبخّر/النتح اعتماداً على العلاقات بين هذه المتغيرات المناخية وعاملي الارتفاع والبعد عن خط الساحل، وعدلت معادلة ثورنثوايت الأصلية بواسطة

بيانات التبخر المسجلة في المحطات المناخية قبل استخدامها في تقدير معدلات التبخر بمحطات قياس الأمطار.

**وبحث الفصل الرابع في تحليل السمات المناخية العامة للأمطار والعوامل المؤثرة في تغيراتها الزمنية والمكانية على المستوى السنوي والفصلي والشهري، وتصنيف المحطات المدروسة حسب معدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية وكمية الأمطار السنوية القصوى والصغرى، وقدم هذا الفصل تصنيفاً للمحطات المدروسة للأمطار الفصليّة/الشهرية وللمعدلات المطلقة والفعلية اعتماداً على معدلات الأمطار الفصليّة/الشهرية المطلقة والفعلية وكمية الأمطار السنوية القصوى والصغرى الفصليّة/الشهرية، وإسهام أمطار الفصل والشهر المطلق في المعدل السنوي المطلق وإسهام أمطار الفصل والشهر الفعلي في المعدل السنوي الفعلي.**

**وخصص الفصل الخامس لدراسة المياه والتربة وتحديد الخواص الهيدرولوجية لأحواض التصريف وحساب الموازنة المائية لها. وقدم هذا الفصل تصنيفاً لأنواع التربة الأساسية في المنطقة. وتناول الفصل السادس تحديد أنواع الغطاء النباتي الطبيعي وتصنيف التجمعات النباتية وفقاً لخصائصها الهيدرولوجية والبيدولوجية والطبوغرافية والمناخية، وموازنتها المائية.**

**ونوقشت النتائج والتوصيات المقترحة في خاتمة الدراسة ويؤمل أن يستفاد من التوصيات في تطوير الدراسات المستقبلية عن المناخ التطبيقي وخصائص الأمطار بمنطقة عسير الجبلية من المملكة العربية السعودية، وقد توصلت الدراسة إلى نتائج مهمة وحيوية يمكن الاعتماد عليها في إعداد الدراسات أو اتخاذ القرارات التطويرية أو الاستثمارية أو العلمية الاستقصائية بالنسبة للمنطقة الجبلية بعسير.**

## المقدمة

تشهد المملكة العربية السعودية تطوراً حضارياً ملموساً في شتى المجالات التي تتعلق بالتعليم والتطوير المبني على نتائج الدراسات العلمية. وتعد الجغرافيا من العلوم التي تسهم في هذا المضمار نظراً للسمة التي تنفرد بها عن بقية العلوم الأخرى المتمثلة في شموليتها لكثير من الظواهر الطبيعية والبشرية، بالإضافة إلى الاتجاه الذي تسلكه بعض الدراسات الحديثة منها نحو التطبيق لاسيما في علم المناخ بعد التطور الذي شهده هذا الفرع نتيجة لأهميته في شتى مجالات الحياة، فالمناخ من أهم المكونات الخاصة في المجال الجغرافي والذي ينتج منه علاقات مهمة تسهم في صياغة خصائص الواقع الطبيعي لأي إقليم وهو الواقع الأكثر فاعلية في التأثير الجغرافي على الإنسان.

والجغرافيا المناخية من ميادين الجغرافيا الطبيعية التطبيقية نظراً لطبيعة الظواهر المناخية وإمكانات خضوعها لعمليات القياس المباشر الحقل والمخبري. إلا أن طبيعة التغيرات التي تميز الظواهر المناخية تختلف عن غيرها من الظواهر الطبيعية الأخرى من حيث سرعة التغير ومجال حدوث التغير في الزمان والمكان، بحيث تمتد تغيرات الزمن من بضع دقائق إلى عدة سنوات تمثل دورة مناخية (٣٠ سنة للدورة المناخية الكاملة) وتمتد تغيرات المكان من أقدام الجبال إلى أعالي السفوح في الأقاليم. ولقد أدت طبيعة هذه التغيرات إلى توفر كثير من البيانات الكمية التي تعبر عن سرعة تغير وامتداد الظواهر المناخية في الطبيعة كما تزايدت هذه البيانات وتنوعت، خاصة بعد إطلاق ونجاح الرحلات الفضائية للأقمار المخصصة لأغراض الرصد الجوي المعروفة باسم "METEO-SAT". وقد ساعدت كل هذه الظروف في الاستفادة من المعلومات والقياسات المأخوذة للظواهر المناخية على أكثر من بعد جغرافي، الأمر الذي سهل تتبع هذه التغيرات المناخية بدقة ورصدها لفهم تأثيراتها السلبية أو الاستفادة من خصائصها الإيجابية وتسخيرها في زيادة خدمة الإنسان.

وللعناصر المناخية أثر كبير ومهم في حياة الكائن الحي سواء الإنسان أو الحيوان أو النبات وهذا الأخير ما هو إلا صورة حية على سطح الأرض نتيجة تفاعل الخصائص المناخية والهيدرولوجية مع بعضها البعض ومع أشكال التضاريس المختلفة والتربة المتنوعة، فالنبات أكثر الكائنات خضوعاً للظروف الطبيعية وهو أقدم الكائنات نشأة وبعد الأصل والمادة الأولية الغذائية لبقية الكائنات الحية على سطح الأرض، قال تعالى {أخرج منها ماءها ومرعاها} (آية ٣١ سورة النازعات).

ويعد التساقط بجميع صورته من العناصر المناخية التي تؤثر في نمو وتكاثر الأنواع النباتية وتحدد انتشارها ليس في المناطق الجغرافية فحسب بل في حدود المنطقة الواحدة بطريق مباشر أو غير مباشر، إلا أن الأمطار تعد من أهم أنواعه في المناطق شبه الجافة والصحراوية كالمملكة، لأن النبات صورة صادقة لكمية الأمطار الفعلية في ظل الظروف الأخرى كالمظاهر التضاريسية والهيدرولوجية والبيدولوجية، ويرتبط النمو النباتي من حيث الكثافة والنوع بهذه الأمطار التي بدورها تتأثر بالكمية والفصلية ودرجات الحرارة ومقدار التبخر/النتج.

وبما أن الأمطار من أهم العناصر المناخية التي تحظى بالقياسات الحقلية والمخبرية، بهدف معرفة نظام توزيعها ومدى تأثيرها على حياة الكائن الحي من خلال التغيرات الزمنية والمكانية التي تميز توزيعاتها على سطح الأرض. فقد قدم كثير من الباحثين الكثير من الدراسات المتعلقة بعنصر الأمطار عن المملكة، كما حاولوا تحديد ملامحها بطرق ومناهج مختلفة، نظراً لأن نظام الأمطار في المملكة يتميز بالعديد من السمات والخصائص الطبيعية، إلا أنهم لم يتطرقوا بما فيه الكفاية لدراسة نوع وكثافة الغطاء النباتي وعلاقته بنظام الأمطار.

وتأتي هذه الدراسة استكمالاً لما بدأه الباحثون وإضافة علمية جديدة للدراسات المناخية التي أجريت على العديد من الظواهر المناخية، ولكنها تختلف عن سابقتها في أنها تقدم تصوراً دقيقاً لنظام الأمطار وخصائص تغيراته الزمنية والمكانية والعوامل المؤثرة فيها والربط بين خصائص نظام الأمطار وخصائص الغطاء النباتي الطبيعي الحالي في منطقة تعد من أهم مناطق المملكة الطبيعية وهي الأراضي الجبلية بمنطقة عسير كما يوضحه موضوع الدراسة.

ويتضح إسهام هذه الدراسة في عدة محاور هي تحديد الخصائص الجغرافية والطبيعية للأراضي الجبلية بعسير، وتحديد السمات المناخية العامة للمنطقة بما فيها سمات الأمطار الزمنية والمكانية، وتحديد الخواص الطبيعية والمميزات المائية لوحدات التربة الأساسية في المنطقة، وعلاقتها بنظام الأمطار ونوع الغطاء النباتي الطبيعي، ومعرفة أنواع وكثافة الغطاء النباتي الطبيعي في إطار الخصائص المناخية الطبوغرافية البيدولوجية والهيدرولوجية.

وتسهم هذه الدراسة أيضاً في سد الفجوة المعلوماتية وما اقتضاه ذلك من استكمال للبيانات والخرائط والأشكال التوضيحية للبيانات الرقمية في المنطقة، مما ساعد على التوصل إلى نتائج وتوصيات ذات قيمة علمية.



## الفصل الأول

### الإجراءات المنهجية

#### أولاً - موضوع البحث وأهميته

تعد الأمطار من أهم العناصر المناخية المؤثرة في مختلف أوجه النشاط البشري لكونها المصدر الرئيس للمياه على سطح الأرض حيث تستفيد منها الأراضي مباشرة عن طريق الجريان السطحي أو المخزون الجوفي. ونظراً لطبيعة مناخ المملكة الصحراوي الجاف فإن الأمطار تتفاوت في خصائصها من حيث نظام هطولها، ومن حيث نسبة تركيزها زمنياً من منطقة لأخرى لأسباب منها قلة الهطول السنوي على معظم أجزاء المملكة، وعدم انتظام الهطول في معظم مناطق المملكة، وتذبذب توزيعها الفصلي، وتنوع التأثيرات الجوية على أراضي المملكة من فصل لآخر، وضعف توغل التأثيرات البحرية الممطرة في الأراضي الداخلية بالمملكة، وتأثر التوزيع المكاني للأمطار بالتوزيع المكاني للتضاريس.

ولذا لجأت وزارة الزراعة والمياه إلى تعويض العجز المائي باستغلال بعض من مخزون المياه الجوفية وإتاحته للاستغلال الزراعي والرعوي في المناطق الجافة الداخلية. وتعد الدراسات المناخية قليلة في المملكة، وقد اعتمدت في معظمها على المنهج الوصفي للسمات العامة لعناصر المناخ الرئيسة مثل الحرارة والرطوبة النسبية والتبخر والرياح والأمطار في بعض مناطق المملكة، ولأغراض محدودة نسبياً. وقد أكدت جميع تلك الدراسات على قسوة وجفاف الخصائص المناخية. ويستثنى من ذلك منطقة جنوب غربي المملكة التي تتفرد بخصائص طبيعية جعلت منها منطقة جغرافية متميزة عن بقية مناطق المملكة تنعكس على خصائصها المناخية والهيدرولوجية والبيدولوجية والنباتية.

وتبرز أهمية هذه الدراسة في تحليل ودراسة التغيرات الزمنية والمكانية للأمطار بالأراضي الجبلية في عسير وعلاقة ذلك بأنواع الغطاء النباتي. وتتطلب دراسة التغيرات الزمنية والمكانية للأمطار دراسة العوامل المناخية والجغرافية المؤثرة على مناخ المنطقة وخاصة الأمطار وتوزيعاتها السنوية والفصلية والشهرية في المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار في منطقة عسير الجبلية بغرض معرفة تأثيراتها على نمو وامتداد أنواع الغطاء النباتي بالمنطقة. ومن جانب آخر تتمحور دراسة الغطاء النباتي حول العلاقة بين المياه والتربة وأثر ذلك على النبات ومعرفة التوازن المائي. ودراسة هذه العلاقات تمكننا من تحديد التباينات المكانية لأسماء المناطق النباتية المناخية ومدى تأثير العناصر الطبيعية والعوامل الجغرافية في خصائص النبات الطبيعي في منطقة عسير الجبلية.

وهناك أهمية نظرية لهذه الدراسة تتمثل في محاولة معرفة العلاقة الزمنية والعلاقة المكانية بين العناصر المناخية وخاصة الأمطار من جهة، وأثر ذلك في معرفة الغطاء النباتي من جهة أخرى من خلال معالجة إحصائية وتحليل كمي للبيانات المناخية بمحطات قياس الأمطار والمحطات المناخية الواقعة بمنطقة الدراسة. وتتم هذه المعالجة من خلال تتبع التغيرات الزمنية والمكانية للعناصر المناخية على مدى ثمان وعشرين سنة. وبالاعتماد على البيانات المناخية المصححة والمراجعة يمكن تقدير قوة العلاقة القائمة بين عدة عوامل ترتبط بمعدلات الأمطار السنوية ومستوى ارتفاع محطات القياس وبعدها أو قربها من البحر، ومعدلات الأمطار الشهرية في محطة التصحيح الرئيسة والمحطة التابعة، وعدد ساعات السطوع والإشعاع الشمسي في المحطات المناخية، ومعدلات الحرارة الشهرية وعدد ساعات السطوع الشمسي وكمية الإشعاع الشمسي، ومعدلات الحرارة الشهرية ومعدلات الرطوبة الشهرية وارتفاع المحطات وبعدها عن البحر، ومعدل الحرارة الشهري ومعدل التبخر الشهري، ومعدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في المحطات المناخية، ومعدلات الأمطار السنوية المطلقة/ الفعلية في محطات القياس وعدد السنوات المطيرة، ومعدل الأمطار الفصلي الأقصى المطلق والفعلي، ومعدل الأمطار الشهري الأقصى المطلق/الفعلي.

وتبرز الأهمية التطبيقية في التحليل الإحصائي للعلاقات القائمة بين المتغيرات المناخية ومركبات السطح الطبيعي (التضاريس، الجيولوجيا، تكوين الصخور، المناخ، المياه، التربة، النبات) للأراضي الجبلية بمنطقة عسير إلى صياغة أهمية هذه العلاقات في شكل نماذج ومعادلات تقوم على أهمية وقوة العلاقات الموجودة بين مختلف هذه المركبات. ويسمح هذا النوع من التطبيقات بتحديد العلاقات بين خصائص الأمطار والعناصر الطبيعية الأخرى المؤثرة في المنطقة، ويرتبط بذلك ما لهذه الدراسة من أهمية في مشاريع التنمية بالمنطقة، ولا سيما الموارد المائية السطحية منها، وتعد بذلك إضافة علمية للدراسات الطبيعية والمناخية السابقة التي أجريت على العديد من الظواهر المناخية بالعديد من مناطق المملكة الأخرى، إلا أنها تختلف عنها من الناحية التطبيقية من حيث التركيز على العلاقات القائمة بين التغيرات الزمنية والتغيرات المكانية للأمطار على ارتفاعات أكثر من ٨٠٠م بمنطقة عسير التي تعتبر منطقة جبلية نموذجية لدراسة نوع من نظام الأمطار الحالي بشبه الجزيرة العربية الذي يقع ضمن نطاق المناخ المداري الجاف، ومعرفة أنواع الغطاء النباتي الحالي على ارتفاعات أكثر من ٨٠٠م بمنطقة عسير الجبلية، وتحديد التباينات المكانية بين أنواع الغطاء النباتي وربطه بخصائص السطح الطبيعية، وربط خصائص الغطاء النباتي والتباينات المكانية في توزيعها من جهة بخصائص الموازنة المائية والعلاقات المائية القائمة بين العناصر المناخية بمنطقة عسير

الجبليّة من جهة أخرى خلال الدّورة المائيّة، ومعرفة العلاقات الممكنة بين عناصر التّوازن المائي من جهة وأنواع الغطاءات النباتيّة المتباينة من جهة أخرى. ومن ثم ربط نوع هذه العلاقات بخصائص أنواع التّربة المتباينة باختلاف الارتفاعات بمنطقة عسير الجبليّة.

## ثانياً - مشكلة الدراسة وأهدافها

يمكن اعتبار السلسلة الزمنية للبيانات المناخية المنحصرة ما بين سنة ١٩٧٠م و١٩٩٧م ممثلة لدورة مناخية عادية وعليه فإن مشكلة هذه الدراسة تكمن فيما يلي :

١- إيجاد نماذج للعلاقات المائيّة على مختلف السفوح وللتغيرات الزمنية والمكانيّة للعناصر المناخية المدروسة، اعتماداً على المتوسّطات وعلى القيم العظمى والصغرى للعناصر المناخية، حيث يمكن الاعتماد عليها في دراسات تطبيقيّة مماثلة لمناطق جبليّة أخرى بالمملكة.

٢- تحديد هيدرولوجية المنطقة وخواص أحواض التصريف الرئيسيّة، وتحديد عناصر التّوازن المائي خاصّة فيما يتعلّق بتقدير نسبة الموارد المائيّة السطحيّة إلى الأمطار الهاطلة وحساب معاملات وعمق الجريان السطحي وتحت السطحي في أحواض تصريف المياه الرئيسيّة بمنطقة عسير الجبليّة.

٣- تقدير الحدود المكانية للغطاء النباتي الحالي اعتماداً على خصائص ووضع التأثيرات المناخية الحاليّة، ولا سيما الأمطار بالإضافة إلى أنواع التّربة.

٤- إمكانيّة إعادة رسم خريطة مكانيّة للغطاء النباتي بالأراضي الجبليّة في منطقة عسير، اعتماداً على الخصائص الطبوغرافية والمناخية والهيدرولوجية وعلى خصائص التّربة الطبيعيّة لمعرفة رقعته الجغرافيّة الحاليّة.

وتهدف الدراسة إلى تحقيق خمسة أهداف روعي في ترتيبها مواضيع الفصول

وهي:

١- إنجاز تحليل إحصائي تفصيلي للبيانات المناخية بمحطات منطقة عسير الجبليّة التي يزيد ارتفاعها على ٨٠٠م ولفترة زمنية تمتد إلى ثمان وعشرين سنة متتالية منحصرة بين ١٩٧٠م إلى ١٩٩٧م وهي تعتبر دورة مناخية شبه كاملة بإمكانها أن تعطي سمات مناخية عامّة وتفصيليّة لهذه المنطقة وتمثليّة لدورة مناخية عادية تجمع بين القيم الصغرى والقيم العظمى للعناصر المناخية المدروسة.

- ٢- وضع تصور جغرافي لدراسة مناخية تطبيقية تهدف إلى المساهمة في مجمل الدراسات الجغرافية التطبيقية والتعرف على السمات الطبيعية المؤثرة، وتكملة ما تم إنجازه وتحقيقه من دراسات مناخية وجغرافية طبيعية عن المنطقة الجبلية بعسير.
- ٣- دراسة تأثيرات الخصائص الطبيعية كالتبوغرافية والمناخية والهيدرولوجية بمنطقة عسير الجبلية على توزيع الأمطار وعلى التغيرات المائية.
- ٤- محاولة تحديد التوازن المائي في المنطقة الجبلية بعسير.
- ٥- حساب المعدلات الفعلية للأمطار وأثرها على الغطاء النباتي في المنطقة الجبلية بعسير.

### ثالثاً - الدراسات السابقة

تناولت الدراسات المناخية السابقة لمنطقة الجزيرة العربية، بصورة عامة والمملكة العربية السعودية بصورة خاصة، التغيرات المناخية كما ظهرت عدة دراسات لاحقة اهتمت بدراسة المناخ بشكل عام أو بدراسة أحد عناصره على وجه الخصوص، بالإضافة إلى هذا عقدت أيضاً بعض الندوات لدراسة الخصائص المناخية للأمطار والموارد المائية بهدف الاستفادة منها في مجال تنمية اقتصاديات المملكة ودفع عجلة الإنتاج الزراعي في هذه البيئة المناخية الجافة ومن أجل الاستغلال الأمثل للمياه وتطوير البيئة الطبيعية والبيئة الزراعية لتتوسع وزيادة المحاصيل.

وأبدى العديد من الباحثين في السنوات الأخيرة اهتماماً متزايداً بمعرفة الخصائص المناخية على المستويين الإقليمي والمحلي نظراً لتوفر القياسات المناخية وبيانات الأمطار في العديد من المناطق التي أنشأت فيها وزارة الزراعة والمياه منذ ١٩٦٤م والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة ١٩٦١م محطات أرصاد جوية من أجل تتبع وقياس الظواهر المناخية بقياسات دقيقة سهلت فهم خصائص نظام تساقط الأمطار وطبيعة توزيعاتها المكانية بالمملكة.

واتصفت معظم الدراسات المناخية الإقليمية والمحلية بصورة عامة بوصف العناصر المناخية على مدار الفصول الأربعة في معظم مناطق المملكة، في حين حظيت منطقة الجنوب الغربي من المملكة بما فيها منطقة عسير الحالية بالعديد من الدراسات المناخية التي ركزت بشكل خاص، على عنصر الأمطار نظراً لانتظام هطولها وتزايد غزارتها مع الارتفاع عن مستوى سطح البحر، بالمقارنة مع معظم مناطق المملكة التي تتلقى عموماً كميات قليلة ونادرة من الأمطار تنسم بعدم انتظامها على مدار السنة، نظراً لطابع الجفاف السائد بهذه المناطق. وترجع الاختلافات المناخية بين جنوب غرب المملكة وبقية المناطق الأخرى إلى تنوع مظاهر السطح والأوضاع الجوية طوال العام. حيث تتأثر هذه المنطقة في الصيف بالانخفاض الموسمي

الممطر وتتعرض في الشتاء والربيع لأمطار المنخفض الجوي السائد في حوض البحر المتوسط. ولإعطاء صورة واضحة ومختصرة عن هذه المنطقة سوف يتم تناول الدراسات السابقة على حسب المواضيع وفصول الدراسة وبما يحقق أهدافها، وفيما يلي عرض لهذه الدراسات :

#### ١. الدراسات التي تناولت السمات الطبيعية والمناخية العامة لمنطقة عسير.

تتضمن الدراسات الخاصة بالسمات الطبيعية والمناخية التي تناولت بشكل عام الظروف المناخية الحالية السائدة في جميع مناطق المملكة العربية السعودية وتعرضت بشيء من التفاصيل لمنطقة الجنوب الغربي (عسير)، نظراً لتمييزها طبيعياً ومناخياً عن بقية جميع المناطق الأخرى، خاصة من حيث الارتفاع عن مستوى سطح البحر وكمية الأمطار واعتدال درجة الحرارة وانخفاض كمية التبخر، وتتضمن تحت هذه الدراسات كل من بحوث :

- أعد الخطيب (١٩٨٠م) تقريراً عن التنمية المائية والزراعية بالمملكة تحت إشراف وزارة الزراعة والمياه وأوضح أن المملكة مقسمة إلى ثمان مناطق هيدروزرارية، وأشار إلى أن منطقة الدراسة في عسير تقع ضمن إطار المنطقة الهيدروزرارية الثالثة، وأن المياه الجوفية في المنطقة الجبلية تكون محتجزة في الصدوع والتجمعات الطمبية المحلية في الأودية وأن طبيعة تكوين الصخور البلورية لا تتيح تخزين كميات وفيرة من المياه. ونظر إلى منطقتي بيشة وتثليث باعتبارهما من أهم واحات الهضبة وأن الماء تكون في طبقة حاملة من التكوين الطميي ولسمك قد يصل إلى (٦٠) م. كما أورد التقرير أيضاً أن متوسط القياس للتصريف السنوي لحوضي وادي بيشة وتثليث من مياه الأمطار يقدر بنحو (٧٠) مليون م<sup>٣</sup>، و(٤٥) مليون م<sup>٣</sup> على التوالي.

- تعرض الجراش (١٩٨٢م) لدراسة المتغيرات المكانية المؤثرة في العلاقة بين مياه الأمطار والسيول في الجنوب الغربي خلال إجراء مقارنة لحوض وادي بيشة الذي يجري على السفوح الشرقية باتجاه الشمال الشرقي ووادي بيش الذي يجري على السفوح الغربية باتجاه البحر الأحمر.

- أشار نوري (١٩٨٣م) إلى الدراسات والمشروعات المائية التي تمت في المناطق الهيدروزرارية بالمملكة بواسطة الشركات الاستشارية العالمية، وذكر أن المنطقة الثالثة التي تقع في إطارها منطقة الدراسة عسير تتميز بالجبال العالية التي تخترقها الأودية المتجهة ناحية الشرق وأن طمي الأودية وشقوق الصخور التي تحتوي على المياه تعد في وادي بيشة من أهمها. وذكر أن الصور الجوية التي تم تحليلها بمعرفة الاستشاري

أثناء الدراسة ١٩٧٨م أوضحت أن الأراضي المروية في وادي بيشة (١٣٣٤٠) هكتاراً، وفي وادي تثليث (٣٨٢٠) هكتاراً وأن التغذية المقدرة لحوضي الواديين (٧٨ مليون م<sup>٣</sup>، (٣٢) مليون م<sup>٣</sup> على التوالي.

- تعرض كل من الجراش (١٩٨٤م و١٩٩٢م)، والمولد (١٩٨٣م) إلى العوامل المؤثرة في التباينات المكانية للمناخ السائد بالمملكة ومدى تأثيرها في تباين كميات التساقط من الأمطار وفي الاختلافات المكانية لتوزيعاتها. ولقد أرجعت هذه الدراسات تميز مناخ جنوب غربي المملكة إلى وجود سببين هما الموقع الجغرافي، والتضاريس.

وسوف تتم دراسة دور هذين العاملين بنوع من التفصيل لمعرفة واستقصاء تأثيراتهما على التوزيع السنوي والتوزيع الفصلي للأمطار في منطقة الدراسة.

- أشار سراج (١٩٨٤م)، والصباغ (١٩٨٢م) إلى أن منطقة الجنوب الغربي تتميز مناخياً عن غيرها من مناطق وسط وشمال المملكة من حيث ارتفاع معدلات الأمطار بها لجميع الفصول، وتأثيرات الرياح الموسمية الصيفية بها في تساقط الأمطار صيفاً، وتأثيرات التضاريس بها على سقوط أمطار فصلي الربيع والشتاء.

- أشار حيدر (١٩٨٤م) إلى أن موارد المياه في منطقة عسير ناتجة من مياه الأمطار والمياه السطحية وقدّر متوسط هطول الأمطار سنوياً على المناطق الجبلية من (٣٦٢م) إلى (٥٠٠م) وعرف المياه السطحية بأنها تلك المياه المناسبة على سطح الأرض بعد سقوط الأمطار مباشرة عبر مجاري الأودية، وأعتبر أن مرتفعات عسير هي خط تقسيم المياه بين أودية تهامة الساحلية وأودية عسير الداخلية. وأشار إلى أن أودية عسير تتميز بسرعة جريانها واعتمد على النتائج السابق إجراؤها بمعرفة شركة كانزو وأوزبك تحت إشراف وزارة الزراعة والمياه لحساب متوسط التصريف لحوضي وادي بيشة الذي قدر (١٠٧,٢) مليون م<sup>٣</sup>، ووادي تثليث (٥٤) مليون م<sup>٣</sup> على التوالي.

- أصدرت وزارة الزراعة والمياه (١٩٨٤م) أطلساً للمياه متضمناً شرحاً لتضاريس المملكة ومصادر المياه في الماضي والأحوال الجوية وتطوير موارد المياه واستخداماتها، وأفرد فصلاً كاملاً عن مصادر المياه أشار فيه إلى أن الماء في المملكة يوجد على شكل مياه سطحية أو على شكل مياه جوفية وقد تكون متصلة أو منفصلة في بعض الأماكن، حيث أن المياه الجارية نتيجة السيول قد تتسرب لتصبح مياه جوفية وأن هذه النوعية من المياه تجري في الأودية في مرحلة انتقالية لتصب في البحر أو تتبخر أو تتسرب إلى سطح الأرض. وعرفت السيول بأنها تلك الجزء من مياه الأمطار الذي يظهر كسيول سطحية في الأودية أو على شكل مياه جارية على سطح الأرض. كما أشار الأطلس إلى تفاوت السيول في مناطق المملكة وأن كميات كبيرة توجد في منطقة عسير حيث نزول الأمطار

أكبر بكثير وأنها تتسرب لتقوم بتغذية المياه الجوفية، كما أن المعدل الشهري للسيول منتظم إلى حد ما، حيث تتجه السيول إما إلى البحر الأحمر أو إلى مناطق الصرف الداخلي. وقد اعتبرت الدراسة أن منطقة الحوض الداخلي وادي الدواسر - عسير من أكبر النظم الداخلية بالمملكة، ويستمد هذا الحوض سيوله من العديد من الأودية من أهمها وادي بيشة الذي يمدّه بنصف تدفقه والمقدر (١٠,٥) مليون م<sup>٣</sup>/ث.

- ذكر الجراش (١٩٨٨م) في دراسته للميزان المائي المناخي بالمملكة أن منطقة المرتفعات الجنوبية الغربية تتميز عن بقية مناطق المملكة بتواتر فصلي في وضع ميزانها المائي. وسوف نتعرض في دراستنا بالتفصيل إلى تحديد خصائص الميزان المائي للأراضي الجبلية في منطقة عسير الجبلية.

- أشار الوليعي (١٩٨٨م) إلى أن هناك تغيرات مناخية مهمة صاحبت تواتر الفترات الجافة والفترات الممطرة في شبه الجزيرة العربية التي تمثل امتداداً جيولوجياً طبيعياً لأراضي الساحل الأفريقي في الغرب. وتعتبر الفترة المناخية الجافة الحالية آخر الفترات المناخية التي شهدتها هذه المناطق خلال الزمن الرابع. وسوف نعطي ملامح الفترة المناخية اعتماداً على البيانات المتاحة ما بين سنة ١٩٧٠م إلى ١٩٩٧م في الأراضي الجبلية التي يفوق ارتفاعها ٨٠٠ م بمنطقة عسير. وتساعدنا مجموعة هذه الدراسات عند تناول الهدف الأول الثاني.

- حاول الجراش (١٩٨٩م) الكشف عن الأبعاد المكانية للتفاوت في مستوى درجتي الحرارة القصوى والدنيا في المملكة من خلال تحليل المتوسطات الشهرية وعلاقتها بالعوامل الجغرافية خط العرض - خط الطول - الارتفاع.

- قامت حبيب (١٩٨٩م) بحساب الموازنة المائية حسب معادلة ثورنثوايت لمعرفة العجز المائي والفائض المائي للمحطات خلال أشهر السنة، واستنتجت أن محطتي النماص وبللحمر تتمتعان بفائض مائي خلال فصلي الربيع وأوائل فصل الشتاء، وأن هناك استنزافاً لرطوبة التربة وعجزاً مائياً خلال باقي أشهر السنة. أما محطة أبها فهي تتمتع جزئياً بفائض مائي خلال أوائل فصل الربيع وتعرض لعجز مائي خلال باقي أشهر السنة. وتعد محطة بيشة نموذجاً لمحطة تتعرض لعجز مائي طوال أشهر السنة، وتمت مقارنة أخرى لحساب الموازنة المائية كما وردت في وثيقة خطة التنمية الثالثة المعدة بمعرفة وزارة التخطيط بالمملكة، التي تشرح الموازنة المائية في المنطقة الجنوبية الغربية من خلال قياس حجم الطلب على المياه للاستخدامات المختلفة في مقابل الموارد المائية المتاحة.

- تناول الغشيان (١٩٩٠م) في دراسته طرق قياس التبخر وتقديره بواسطة المعادلات لتجريبية لكل من (بنمان، ثورنثويت وبليني وكريدل) ومعرفة خصائص التبخر على

المستوى الشهري والفصلي، مع مقارنة تلك القيم بين قراءات الحوض (أ) وكميات التبخر المحسوبة بالمعادلات الرياضية لمعرفة الميزانية المائية لبعض المحطات المختارة في المملكة العربية السعودية.

- أشار الجراش (١٩٩١م) إلى علاقة الارتباط المتعدد المتدرج للعوامل الجغرافية خط العرض - خط الطول - الارتفاع. وأثرها على متوسطات درجات الحرارة الشهرية في المملكة، وتوصل إلى أن هناك عوامل أخرى تتحكم في التفاوت المكاني لمتوسط درجة الحرارة الشهرية.

- قدم الجراش (١٩٩٢م) أنموذجاً لتقدير المتوسط الشهري لكمية التبخر في المملكة في أي موقع جغرافي ويرتكز النموذج على التحويل اللوغارتمي للمتوسطات الشهرية لقياسات كمية التبخر وتحليل علاقة الارتباط لعنصر التبخر بعنصري الحرارة والرطوبة ولغرض المقارنة تم تطبيق أنموذجي (بنمان وايفانوف) على نفس المواقع وتمخضت مقارنة نتائج النماذج الثلاثة بالقياسات الفعلية وبيعضها البعض عن أنه من غير المناسب تطبيق أنموذج (بنمان) على بيئة دافئة حارة لأنه أفرز نتائج متطرفة للغاية لشهور الفترة الحارة من السنة. وأن الفرق بين القيم المقاسة والمقدرة بتطبيق أنموذجي (ايفانوف) والأنموذج المقترح هي فروق قليلة نسبياً، كما أن مسيرة القيم المقدرة هي أفضل توازناً على مدار السنة.

- تناول مصلاح (١٩٩٣م) في دراسته خصائص التبخر في جنوب غربي المملكة على المستوى السنوي والفصلي والشهري، وتعرض إلى أثر بعض العناصر المناخية (الحرارة - عدد ساعات سطوع الشمس - الرطوبة النسبية - سرعة الرياح) وبعض العوامل الجغرافية (الارتفاع - البعد عن البحر الأحمر - موقع المكان بالنسبة لدوائر العرض) على معدلات تبخر الحوض ومقارنة التبخر/نتج لكل من معادلة (ثورنثويت وبليني وكريدل) المستخدمة في تقدير حسابات التبخر/نتج بالطرق الرياضية.

- توصل الطاهر (١٩٩٦م) إلى بناء ثماني معادلات تجريبية صالحة لتقدير التبخر الشهري في ثماني مناطق بالمملكة بناء على النتائج الإحصائية لمعادلة الانحدار المتعدد من خلال أثر كل من درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح الشهرية على قيم التبخر.

- أشارت وزارة التخطيط (١٤٢٠-١٤٢٥هـ) في إطار وثيقة خطة التنمية السابعة فيما يتعلق بتنمية الموارد الطبيعية بأن المملكة استكملت سد خادم الحرمين الشريفين في بيشة بمنطقة عسير بسعة تخزينية قدرها (٣٢٥) مليون م<sup>٣</sup>، كما أوردت جدولاً عن ميزان المياه الوطني للمملكة في الفترة من ١٤١٩/١٤٢٠هـ - ١٤٢٤/١٤٢٥هـ، يوضح الطلب



على المياه للأغراض المختلفة في مقابل الموارد المائية المتاحة. وتساعدنا مجموعة هذه الدراسات في تناول الهدف الرابع، لتحديد الموارد المائية السطحية وحجم الجريان السطحي في الشبكة المائية ومدى إمكانية إقامة مشاريع تخزين للمياه الجارية (السود، الحواجز) للحيلولة دون جريانها وقبل تسربها نهائياً في التكوينات الرسوبية بالأحواض الداخلية.

## ٢. الدراسات المتعلقة بالأمطار في منطقة عسير.

وهي أكثر المواضيع في الدراسات المناخية التي اعتمدت على تحليل عنصر الأمطار في منطقة عسير. وأسهمت هذه الدراسات في تناول الهدف الأول والثالث، وتتضمن التالي :

- أوضح عزيز (١٩٧٢م) والكلب (١٩٨٢م) التباين المكاني والتوزيع الجغرافي مع العوامل المؤثرة في التغيرات السنوية والفصلية للأمطار. ودلت هذه الدراسة على وجود تأثيرات كبيرة لكل من اختلاف الارتفاعات، وتنوع الكتل الهوائية الرطبة، ومنخفض البحر المتوسط، والرياح الموسمية الجنوبية الغربية الممطرة.

- قام Mander, (1976) بدراسة بعض المؤشرات الدالة على خصائص سقوط الأمطار في الجنوب الغربي من المملكة العربية السعودية ومقارنتها بخصائص أمطار بعض الأقاليم المناخية الأخرى في العالم.

- تناول Al-Blehed, (1979 / 1986) بشكل عام دراسة خصائص تغيرات الأمطار في المملكة العربية السعودية كالتوزيع والتذبذب في الزمان والمكان وأثرهما على الوضعين الاقتصادي والاجتماعي خاصة في المناطق التي تتميز بغزارة الأمطار كالجنوب الغربي، كما بين أهمية المياه للتجمعات الريفية والزراعية والمراكز الحضرية. ولقد أشارت هذه الدراسات إلى ارتفاع معدلات الأمطار الشهرية والسنوية بالمناطق المرتفعة (عسير) مع قلة تذبذبها في الزمن.

- تعرض كل من : الشريف (١٩٧٦م) والجراش (١٩٨١، ١٩٨٣م) Al-Blehed, (1985), Al-Sayed, (1981), Al-Gurashi, (1981), Al-Ehaideb, (1985) والمغامس (١٩٨٩م) لدراسة خصائص أمطار منطقة الجنوب الغربي "مرتفعات عسير" وحددوا العوامل المكانية المؤثرة في توزيعات الأمطار الشهرية والفصلية والسنوية.

- أشار قربه (١٩٨٣م) إلى أهمية تضايف منخفض المتوسط الشرقي ومنخفض السودان على جنوب البحر الأحمر للقيام بتأثيرات جوية مشتركة على المنطقة الجنوبية الغربية للمملكة أثناء السنة المناخية المتوسطة. ولذا فإن أمطار الفيضانات والسيول التي تسقط على السلاسل الجبلية للسروات تنتج خلال فترات تضايف هذين المنخفضين الجوبيين على

منطقة جنوب غرب المملكة.

- تناولت حبيب (١٩٨٩م) في دراستها العوامل الطبيعية والمناخية المؤثرة في تغيرات الأمطار وفي قيمتها الفعلية في غرب المملكة. واستخلصت أن هناك اختلافاً في القيمة الفعلية للأمطار في المنطقة الجنوبية الغربية المرتفعة ، مقارنة مع المناطق الساحلية والمناطق الداخلية. كما دلت هذه الدراسة على تأثر القيمة الفعلية للأمطار بالتذبذب في المناطق الشمالية من غرب المملكة ، وبالوضع التضاريسي في المناطق الجنوبية الغربية. وقد ساعد هذا الوضع وطبيعة السطح المنحدرة بالمناطق الجنوبية الغربية على جريان المياه في السفوح نحو المناطق المنخفضة.

- توصل (1993) Al-yamani إلى أن أقصى تركيز لسقوط الأمطار يتواجد بالمرتفعات الجنوبية الغربية بالمملكة ، وحاول دراسة إمكانية الاستفادة منها في مختلف الأنشطة كالتهيئة الزراعي وإدارة مصادر المياه ومعرفة كميات التغذية الممكنة للتكوينات المائية.

- أشار السيد (١٩٩٤م) إلى مدى ملائمة تطبيق نموذج (ماركوف) للتنبؤ باحتمالات حدوث الفترات الممطرة بمحطتي ملاكي وقاع بني مالك في جنوب غرب المملكة. وأثبتت الدراسة وجود قيمة ارتباط كبيرة ذات دلالة إحصائية عالية بين كل من احتمالات حدوث الفترات الممطرة والفترات الجافة المرصودة واحتمالات الفترات النظرية لكل منهما.

### ٣. الدراسات الجغرافية الحيوية في منطقة عسير.

تتضمن مجموعة الدراسات التي تناولت العلاقات القائمة بين عناصر الغلاف الحيوي (النبات) والتربة في مناطق المملكة بصورة عامة مع التركيز على منطقة عسير الجبلية بالجنوب الغربي. وأسهمت هذه الدراسات في تناول الهدف الرابع، وتتضمن التالي :

- أصدرت وزارة الزراعة أطلساً للتربة (١٩٨٦م) اعتمدت في إعداده على (٢٢٦) خارطة بمقياس (٢٥٠٠٠٠:١) وفقاً للتصنيف الأمريكي الحديث، وقسمت التربة في المملكة إلى (٤٩) وحدة خرائطية تغطي كامل مساحة المملكة بما فيها الأراضي الجبلية بعسير، وأمكن استخلاص (٨) وحدات ممثلة في عسير تنتمي إلى رتبتَي التربة الجافة وحديثة التكوين (غير المتطورة).

- حاول كل من : جبير (١٩٩٣م) والزغت وعقباوي (١٩٨٦م) تحديد الأقاليم الحيوية في شبه الجزيرة العربية للتعرف على أوجه التشابه المناخي ذات الأثر على تشكيلات الغطاء النباتي باستخدام طريقة (هولدرج) التي تعتمد على ثلاثة معايير (درجة الحرارة الحيوية، نسبة التبخر/ النتح الكامن، المعدل الكلي لكمية الأمطار السنوية). وتوصلت هذه

الدراسة إلى أن شبه الجزيرة العربية يقع تحت تأثير أنواع المناخ التالية بسبب اختلاف درجة الحرارة الحيوية : المناخ المداري والمناخ المعتدل الدافئ والمناخ المعتدل البارد والمناخ تحت المداري، وبالإضافة إلى هذه النطاقات المناخية الحيوية فإن أراضي المملكة تشتمل على أكثر من نطاق مناخي حيوي رطب ، وتنمو عليها عدة أشكال من التكوينات النباتية رغم أن الجفاف هو السمة السائدة في مناخها.

- تناولت عواري (١٩٩٧م) دراسة وتحليل الخصائص المورفولوجية للنبات الطبيعي لتحديد أثر العوامل الطبيعية المختلفة على توزيع وخصائص وسمات النبات الطبيعي، ورسم خريطة لتوزيع النباتات الطبيعية الرئيسة، كما استطاعت تقسيم نباتات المنطقة إلى أنماط نباتية وتقسم المنطقة إلى أقاليم نباتية للتعرف على الظروف المناخية المختلفة ودورها في تحديد شكل الغطاء النباتي، وتناولت في الفصل الرابع دراسة تطبيقية لمعرفة أهم الأنواع النباتية الطبيعية الموجودة والمهددة بالانقراض داخل المحميات الطبيعية ورسم خريطة لها.

- اعتمد الموصلي (١٩٩٩م) في دراسته على المعطيات الواردة في خرائط التربة التي نشرتها وزارة الزراعة والمياه عام ١٩٨٤م، في إعادة رسم خريطة للمملكة بمقياس ٤:١ مليون، وقام بتصنيف ترب المملكة إلى ٤٦ وحدة موزعة على (٥) زمرات تبعاً لدرجة تحليلها التربوي تشمل زمرة الصبات البركانية (الحرات)، زمرة البروزات الصخرية، زمرة وحدات تربة الرتبة الفجة (العادية والطميية والرملية) ، زمرة وحدات ترب تحت الرتبة الجفافية العادية (الكلسية والطينية والجصية والملحية)، بالإضافة إلى زمرة مجموعات ترب الرتبة الشابة. واستكمالاً لهذا التصنيف فقد قام الباحث بشرح البيئات الزراعية بالمملكة تبعاً لقدراتها الإنتاجية وقابليتها للعمل الزراعي وحدد البيئات الزراعية الرعوية بالمملكة وبما يتفق مع الوحدات البيئية الرئيسة وتقسيماتها الفرعية المعروفة بالمملكة. وطبقاً لهذه الدراسة فقد اعتبرت منطقة عسير ضمن بيئة جبال السروات التي تتميز بتربة جفافية عادية كلسية/فجة طميية صحراوية مع بروزات صخرية شبه مستوية إلى منحدرية. وينظر إليها كبيئة زراعية من الرتبة الثانية إلى الثالثة وهي ذات إمكانات رعوية ضئيلة إلى جيدة.

- قدم (Choudary 1999 / 2000) دراستين عن الغطاء النباتي الطبيعي في المملكة ووضح فيهما العائلات النباتية السائدة، كما قدم تصنيفاً نباتياً على أساس التجمعات النباتية في مناطق المملكة المختلفة بما فيها منطقة عسير الجبلية وعلاقة تلك التجمعات بالظروف الطبيعية والمناخية والتربة السائدة في كل منطقة.

## ٤. الدراسات النباتية في المملكة.

تناولت هذه الدراسات العناصر المناخية والعوامل الجغرافية والبيئية المؤثرة في الغطاء النباتي بالمملكة بصورة عامة وفي منطقة عسير بصورة خاصة. وأسهمت هذه الدراسات في تناول الهدف الخامس، وتتضمن التالي :

- تناول (1978) Migahid في دراسته أنواع النباتات الطبيعية في المملكة العربية السعودية حسب توزيعها الجغرافي وقسم المملكة طبقاً لذلك إلى ثمانية أقاليم جغرافية نباتية تضم الإقليم الجنوبي الغربي الذي يغطي المنطقة الجبلية بعسير.

- قدمت (1985) Sheila دليلاً توضيحياً مصوراً لأزهار المملكة العربية السعودية، ركزت فيه على أنواع الفصائل (العائلات) النباتية البذرية الزهرية وأماكن تواجدها وأهم خصائصها في منطقة عسير الجبلية وباقي مناطق المملكة الأخرى من واقع رحلاتها الميدانية.

- ذكر مركز البحوث الوطني للحياة الفطرية (١٩٩١م) بالطائف إمكانية استعادة الغطاء النباتي في بيئة السهل الرملية المستوية بالمملكة بعد حمايتها من الرعي وتعرضها للاستهلاك الحيواني، خاصة بعد هطول الأمطار المساعدة على نمو هذا الغطاء النباتي مقارنة بالمناطق التي تعرض غطاؤها النباتي إلى الرعي المفرط ، مما أدى إلى تناقص أنواع وأصناف وكثافة النباتات الحولية والموسمية.

- قدم كل من (1996) Millar, & Cope دراسة وضحا فيها أن شبه الجزيرة العربية تضم خمسة أقاليم طبوغرافية هي السهل الساحلي الغربي (التهامة)، جبال شمال عمان، غرب نجد، الهضبة العربية، بالإضافة إلى المناطق الجبلية في جنوب وغرب شبه الجزيرة العربية، وقسما المناطق الجبلية إلى منطقتين فرعيتين جبال الحجاز ومرتفعات عسير واليمن، وشرحا مرتفعات عسير كوحدة منفردة ذات خصائص نباتية مميزة تضم (١١) نطاقاً نباتياً حسب الارتفاعات عن سطح البحر وطبقاً لتواجد المجموعات النباتية السائدة في كل نطاق. ولاحظا أن التجمعات النباتية Community في الارتفاعات التي تزيد عن (٨٠٠) م، حتى (١٦٠٠) م فوق مستوى سطح البحر هي تجمعات لنباتات الأكاسيات المتواجدة في غابات جافة غير دائمة، وأن تجمعات النباتات في الارتفاعات (١٦٠٠-٢٠٠٠) م فوق مستوى سطح البحر تضم شجيرات صلبة من النباتات مثل العتم البري، أما التجمعات النباتية للارتفاعات التي تزيد عن (٢٠٠٠) م فوق مستوى سطح البحر فهي غابات كثيفة دائمة الخضرة يميزها نبات العرعر.

- درس النافع (١٩٩٨م) أسس تقسيم الأقاليم الجغرافية النباتية على مستوى العالم واستخلص أن شبه الجزيرة العربية يقع ضمن إقليمين أساسيين هما إقليم الصحراء الإفريقية

العربية/السندية، والإقليم السوداني /الزمبيزي، وشرح الضوابط البيئية والصفات الفلورية لكل إقليم ومن ثم ناقش قضية الحدود بين الإقليمين واستنتج أن الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية من شبه الجزيرة العربية تدخل ضمن المملكة النباتية المدارية القديمة حيث يوجد في هذه المناطق العديد من الأنواع النباتية التي تسود في المناطق المدارية في جنوب آسيا ومعظم قارة أفريقيا، وتنتمي إلى الفصائل المدارية مثل الأقاشية Acanthaceae، واليقطينية Cucurbitaceae، والفربيونية Euphorbiaceae.

- قام Vesey-fitzgerald, (1999) ببعض الدراسات عن الجغرافيا النباتية لشبه الجزيرة العربية شرح فيها بصورة عامة الغطاء النباتي لمنطقة الجبال لساحل البحر الأحمر جنوب مدينة جدة. وأشار إلى أن أشجار العرعر تكسو قمم الجبال وأن من أوراقها الخضراء الداكنة أخذ نطاق تقسيم المياه الاسم الشائع الحزام الأخضر وأن غابات العرعر *Juniperus procera* في جبل السودة في عسير تغطي المنحدرات التي تتأثر عليها الصخور الجلمودية وهي أكثر كثافة على حافة الجرف، وهي أشجار عالية تكون عادة مزدانة بالأشنيات وتشكل الأعشاب الخشبية (القابور *Euryops arabicus* والتميد *Themeda triandra*) والحشائش طبقة سفلية مفتوحة في غابات العرعر.

- أجرى النافع (٢٠٠٠م) دراسة عن النباتات المحطبة في المملكة وصنف الأنواع النباتية المستخدمة كحطب ضمن مجموعتين للأشجار وتشمل السمر *Acacia laeta* والقرظ *Acacia etbaica* والسلم *Acacia ehrebergiana* وهي أنواع معروفة في منطقة عسير. أما المجموعة الثانية فهي تضم الجنبات وتطلق على النباتات المعمرة القليلة الارتفاع ذات السوق والفروع المخشوشبة وهي نباتات تنمو في البيئة الحارة وغير معروفة في عسير. وأشارت الدراسة إلى أن هناك أنواعاً نباتية ثانوية أخرى تستخدم في عسير للتخطيط منها العسق *Acaia Asak* والعرعر *Juriper* والعتم *Olea europaea* والشوحط *Grewia tenax*، كما أشارت الدراسة إلى أهمية الحفاظ على الغطاء النباتي وضرورة وضع استراتيجية لإحياء الأنواع النباتية المحطبة في المناطق المتدهورة.

أما بالنسبة للدراسات النباتية التي كانت على مستوى منطقة عسير فهي كالتالي :

- حدد Abul Fatih, (1979) نوعين للغطاء النباتي لمناطق منتزه السودة والجرة والقرعاء حول مدينتي أبها وخميس مشيط هما نبات العرعر *juniper* ونبات الطلح *Acacia spp.* اللذان يختلفان من حيث عمرهما نظراً للتفاوت في أهمية استعمال أخشاب هذه النباتات من قبل سكان المناطق المذكورة.

- قام (1981) Abul Fatih بدراسة تطبيقية لأنواع من النباتات البرية التي تنمو في منطقة أبها وما جاورها بالاعتماد على عدد من العينات للأشجار والشجيرات والأعشاب البرية المهمة ، كما قام بتقديم قائمة بأسماء مجموعتين من النباتات المدروسة هما (نباتات مرتفعات عسير، نباتات المنحدرات الغربية).
- توصل (1981) Abul Fatih إلى ثلاث مجموعات من النباتات التي تمت دراستها في منتزه دلغان الوطني بمنطقة عسير الذي أنشئ عام ١٩٧٩ وهي (نباتات بيئة التلال الصحراوية، نباتات الأراضي المنبسطة، نباتات بيئة الوادي). وقد تم أيضاً تحديد نظام توزيع الغطاء النباتي والتضاريس الأرضية وأنواع التربة وطبيعة المناخ للمنطقة بعد أن تم منع الماشية من الدخول والوصول لنباتات المنتزه.
- قام كل من : (1994) Ken, (1996) Fukuja, (1995) Takao, (1995) Shunji بدراسة ظاهرة التراجع القمعي لغابات العرعر في وادي ريذة (محمية ريذة) بمنطقة عسير. وقد أرجعوا الأسباب المحتملة لهذه الظاهرة إلى الضغوط البيئية والمناخية وأهمها (اختلاف درجات الحرارة، نقص المياه تحت تأثير الجفاف الدوري، الرعي الجائر الممارس على سطح التربة المهدد بالانجراف، ظاهرة الجفاف الحالي والمستمر، الضغوط البيولوجية، تنوع طبوغرافية المنطقة).
- تناول (1997) Al-Farhan دراسة حالة تدهور الغطاء النباتي من خلال أنواع النباتات المعرضة للخطر والتقهقر في أراضي المملكة العربية السعودية، وتطرق للوضع السائد حالياً في جبال السروات والحجاز وأراضي المناطق الشمالية والوسطى ومدى تأثير التنمية الاجتماعية والاقتصادية على هذا الوضع. وأظهر أن هناك تحولات شهدتها الغطاء النباتي، نتيجة تحول أو تقهقر الأراضي البكر (الطبيعية) إلى أراض سكنية وزراعية، كما يرتبط هذا التقهقر جزئياً في السنوات الأخيرة بالجفاف المستمر الذي صاحبه ممارسات جائرة في استخدام الأرض، مما أدى إلى اختلال التوازن البيئي في ظروف جوية شبه جافة ومحدودة الرطوبة أدت إلى عرقلة نمو النبات بصورة طبيعية.
- ٥. نتائج التحليلات المكتبية الخاصة بالدراسات السابقة.
- يتضح من خلال الدراسات الطبيعية والمناخية السابقة أن منطقة الدراسة تتفرد بخصائص جعلت منها منطقة تمثل وحدة جغرافية متميزة عن بقية المناطق التضاريسية بالمملكة العربية السعودية من حيث كونها :
- وحدة تضاريسية تتميز بطبوغرافية يغلب عليها الطابع الجبلي.

- تمثل سلسلة جبلية تزيد من حيث الحجم والامتداد والمساحة عن مثيلاتها من السلاسل الجبلية في بقية مناطق المملكة.
  - ذات موقع جغرافي مجاور لمسطحات مائية معروفة جعلها تتأثر بالتيارات البحرية.
  - تمتاز أراضيها بارتفاعات عالية جعلتها تتأثر باستمرار بالتيارات والاضطرابات الجوية القادمة من عدة مناطق جغرافية متباينة.
  - تبلور خصائص مناخية جعلتها من أكثر المناطق تنوعاً من حيث درجة الحرارة ونسبة الرطوبة وكمية الأمطار.
  - تحقق أكثر من فصل مميز للأمطار هما فصلا الشتاء والصيف تحت تأثيرات الاضطرابات الجوية الموسمية والتضاريس، وفصل الربيع تحت تأثيرات العواصف الرعدية التي تتردد فيه بكثرة الأمطار السيلية.
- ولذا فإن الدراسات السابقة أبرزت بعضاً من هذه الخصائص المناخية مع التركيز، بشكل واضح، على دراسة الأمطار. وقد بينت ما يلي :
- أن منطقة عسير الجبلية تتمتع بأكبر المعدلات السنوية للأمطار.
  - أن الأمطار السنوية تتميز بتغيرات زمنية وتباينات مكانية منتظمة.
  - أن التغيرات السنوية للأمطار تتأثر من حيث توزيعاتها بطبيعة المنطقة التضاريسية وبطبيعة الظروف المناخية المحلية.
  - تتأثر توزيعات الأمطار بأكثر من كتلة هوائية في فصلي الشتاء والربيع.
  - تتأثر توزيعات الأمطار بالرياح والاضطرابات الجوية الموسمية في فصل الصيف المتميز بارتفاع تردد العواصف الرعدية المحلية.
  - أن هناك فاعلية موسمية للرياح الجنوبية الغربية التي كثيراً ما ترتبط بتأثيراتها بتأثيرات المنخفض الجوي السوداني والتغيرات التي تلازمه في طبقات الجو العليا وتأثيرات التضاريس التي عادة ما تؤدي خلال فصل الصيف إلى تساقط الأمطار الرعدية.
  - أن هناك تأثيراً جويّاً للمنخفض الجوي للبحر المتوسط الذي كثيراً ما تتصادف تأثيراته مع تأثيرات المنخفض الجوي السوداني، مما يؤدي إلى تساقط أمطار في فصل الربيع.
- غير أن هذه الدراسات يؤخذ عليها التالي :
- تفنقر هذه الدراسات إلى استخدام الأساليب الإحصائية الحديثة كالبرامج الآلية ونماذج المحاكاة التي تسمح باستنباط واستكمال العناصر المجهولة في النظام من العناصر المعروفة والتي يمكن تطبيقها في حالات مشابهة.

- تناولت أغلب الدراسات السابقة عن الأمطار العلاقة بين التغيرات الزمنية والتوزيع السنوي للأمطار دون الأخذ في الحسبان هذه التغيرات الزمنية مع التوزيع الفصلي والشهري للأمطار.
- أن كثيراً من هذه الدراسات المناخية لمنطقة عسير الجبلية جاء على شكل مقالات وبحوث علمية وذات اهتمام بعناصر معينة باستثناء البعض منها.
- تناولت هذه الدراسات في معظمها دراسة علاقة الارتباط بين متغيرين مناخيين في منطقة الدراسة ولم تتعرض بالتفصيل إلى إعطاء تصور جغرافي للعناصر الطبيعية الأخرى بمنطقة عسير الجبلية.
- أن هذه الدراسات لم تعط فكرة واضحة عن طبيعة ونوعية التباينات المناخية المدروسة.
- أن هذه الدراسات اعتمدت على سلاسل زمنية قصيرة لا يتعدى متوسط فتراتها ١٠ سنوات وتنتهي في عام ١٩٨٠م تقريباً وهي بحاجة إلى تحديث السلاسل الزمنية.
- أن هذه السلاسل الزمنية تحتوي على بيانات مناخية متداخلة في تواريخها، حيث لا توجد سلاسل زمنية مشتركة مع السلسلة الزمنية المدروسة في هذه الدراسة، والتي تمتد من بداية ١٩٧٠م إلى ١٩٩٧م، وهي تمثل بيانات حديثة ومتصلة لدورة مناخية شبه كاملة تقريباً.
- إن طبيعة السلاسل الزمنية القصيرة التي اعتمدتها معظم الدراسات السابقة لا تسهل مقارنة نتائجها مع النتائج التي تهدف إليها هذه الدراسة.
- لا تعطي نتائج الدراسات السابقة فكرة واضحة عن طبيعة المتغيرات المدروسة ونمط التغيرات الزمنية والمكانية للأمطار وهي بذلك تعد نتائج جزئية للمتغيرات المدروسة.
- لم تعط هذه الدراسات خلاصة متكاملة لمجموع العوامل الطبيعية والمناخية المؤثرة على توزيع الأمطار في منطقة عسير الجبلية.

بالإضافة إلى هذا فإن مجموع الدراسات النباتية والتربة السابقة أشارت إلى :

- أثر كميات الأمطار الساقطة على كثافة الغطاء النباتي في المنطقة الجنوبية الغربية.
- أثر نقص الأمطار في تصحر منطقة شبه الجزيرة العربية.
- تدخل الإنسان (بناء السدود والخزانات والحواجز ...) أدى إلى تغير في توزيع كميات مياه الجريان السطحي من منطقة لأخرى.
- دراسة لبعض خصائص الغطاء النباتي في مناطق محدودة المساحة تخضع لتدخل الإنسان (محميات، منتزهات ...).
- إن الخريطة العامة للتربة أنتجت على أساس وحدات خرائطية متماثلة تغطي المملكة



- بالكامل، وأن منطقة عسير تقع في إطار (٨) وحدات خرائطية.
- إن التنوع للغطاء النباتي لا يخضع للامتداد الطبيعي للمستعمرات النباتية.
  - أوضحت الدراسات أن حدود منطقة عسير الجبلية تعد إقليمياً نباتياً جغرافياً مميزاً كأحد الأقاليم النباتية الجغرافية الثمانية في المملكة العربية السعودية.
- ولذا فإن الدراسات السابقة للغطاء النباتي والتربة لم تتناول الجوانب التالية :
- أن أغلب هذه الدراسات لم تنطرق إلى العلاقة بين الأمطار وتوزيعات الغطاء النباتي.
  - تأثيرات التغيرات الزمنية والمكانية للأمطار في امتداد وتنوع الغطاء النباتي بالمنطقة الجبلية بعسير.
  - دراسة العائلات النباتية السائدة في وحدات جغرافية طبيعية يمكن تمييزها.
  - دراسة الحدود الصغرى والعظمى لكميات الأمطار الفصلية على الغطاء النباتي.
  - دراسة العلاقة بين خصائص الغطاء النباتي والعناصر الطبيعية والعوامل الجغرافية المؤثرة في المنطقة الجبلية بعسير.
  - دراسة دور العوامل الكمية والكيفية الهيدرولوجية المؤثرة في التربة والنبات في المنطقة الجبلية بعسير.
  - معالجة الموازنة المائية في المنطقة الجبلية بعسير كوحدة جغرافية طبيعية.
  - دراسة العلاقة بين المياه والتربة وتحديد الخواص والمميزات المائية لوحدات التربة وأثر ذلك على الغطاء النباتي.
  - إمكانية عمل تصنيف جديد للمناطق النباتية المناخية يربط بين أنواع الغطاء النباتي والعناصر الطبيعية والعوامل الجغرافية يمكن تطبيقها في أماكن أخرى من المملكة.
  - معالجة الموازنة المائية في منطقة عسير الجبلية من وجهة النظر الهيدرولوجية والمكانية.
  - لم يسبق إعداد خرائط للتربة أو خرائط نباتية مناخية من حيث النوع والكثافة على مستوى المناطق الإدارية بالمملكة ومن ضمنها منطقة عسير.

#### رابعاً - تساؤلات البحث

- تسعى الدراسة تحقيقاً لأهدافها للإجابة على التساؤلات التالية.
- فيما يتعلق بالهدف الأول برزت عدة تساؤلات هي :
١. ما مدى مصداقية سلسلة البيانات للفترة الزمنية المدروسة في تمثيل الدورة المناخية ولاسيما نظام الأمطار بمنطقة عسير الجبلية ؟

٢. ما هي السمات الطبيعية التي تعكس طبيعة الأراضي الجبلية من الناحية الجيولوجية والجيومورفولوجية والهيدرولوجية والنباتية ؟

٣. هل يمكن معرفة السمات الطبيعية والمناخية العامة التي تحدد طبيعة الأراضي الجبلية في عسير في ضوء العوامل الجغرافية والديناميكية المؤثرة في المنطقة ؟

أما الهدف الثاني فقد ناقش عدة تساؤلات هي :

١. ما السمات المناخية الأساسية لمنطقة عسير ؟
٢. ما أفضل الطرق الإحصائية لمعالجة التغيرات الشهرية والفصلية والسوية للعناصر المناخية الأخرى ؟ وهل يمكن معرفة هذه التغيرات بطرق بيانية وخرائطية ؟
٣. هل يمكن تقدير بعض معدلات العناصر المناخية (كالحرارة، الرطوبة، التبخر/النتج) غير المسجلة من واقع المعالجة الإحصائية التي تستخدم النماذج الرياضية المتاحة والبرامج والأساليب الإحصائية المتطورة ؟
٤. ما مدى جدوى هذه الطرق والأساليب الإحصائية المتطورة في الاستفادة منها في الدراسات الجغرافية الطبيعية التطبيقية للمساهمة في الدراسات العلمية لمنطقة عسير الجبلية وللباقى مناطق المملكة ؟

وبالنسبة للهدف الثالث فقد تناول عدة تساؤلات هي :

١. ما أفضل المؤشرات الإحصائية الدالة على طبيعة التغيرات الزمنية والمكانية لنظام الأمطار التي تساعد في تحديد كمية الموارد المائية المتجددة التي تعد المقوم الأساسي لتغذية الغطاء النباتي بالمياه ؟
٢. ما حدود تأثير كل عامل من العوامل الطبيعية المرتبطة بخصائص السطح في توزيع كميات الأمطار بمنطقة عسير الجبلية ؟
٣. ما أهمية العلاقات الممكنة بين تغيرات الأمطار السوية والفصلية والشهرية والتباينات المكانية لخصائص السطح الطبيعية ؟
٤. ما التباينات المكانية لتوزيع كميات الأمطار الفعلية وأثر ذلك على الغطاء النباتي ؟

أما الهدف الرابع فقد تطرق لعدة تساؤلات هي :

١. ما كميات الأمطار الساقطة على الأحواض الرئيسة ؟ وما خواصها الهيدرولوجية من الناحية الكمية والكيفية في المنطقة الجبلية بعسير ؟
٢. ما أنواع أحواض التصريف السائدة في المنطقة الجبلية بعسير ؟
٣. هل يمكن تقدير عناصر الإمداد والفاقد المائي في معادلة التوازن المائي من واقع البيانات

المتاحة خلال فترة القياس ؟

٤. ما العلاقة بين الخواص الطبيعية لوحداث التربة والمميزات المائية لها ؟ وعلاقة ذلك بالتغيرات الهيدرولوجية والتباينات المكانية ؟

٥. هل يمكن صياغة علاقات بين الأمطار والتبخر/النتح وعلاقتها برطوبة التربة في إعداد أشكال بيانية مستتبطة من المعالجة الإحصائية للبيانات خلال فترة القياس ؟ وفيما يخص الهدف الخامس تناول عدة تساؤلات هي :

١. هل يمكن تقسيم منطقة عسير الجبلية إلى مناطق نباتية مناخية مميزة بالرغم من وجود اختلافات في نوعية التربة والظروف الهيدرولوجية والمناخية والتنوع النباتي ؟

٢. ما المعدلات الفعلية للأمطار المؤثرة في تحديد المناطق النباتية المناخية ؟

٣. ما التباينات المكانية الجيومورفولوجية والمناخية والهيدرولوجية الخاصة بكل منطقة نباتية مناخية ؟

٤. ما أنواع التربة في كل منطقة نباتية مناخية ؟

٥. ما أنواع النباتات الطبيعية السائدة في كل منطقة نباتية مناخية ؟

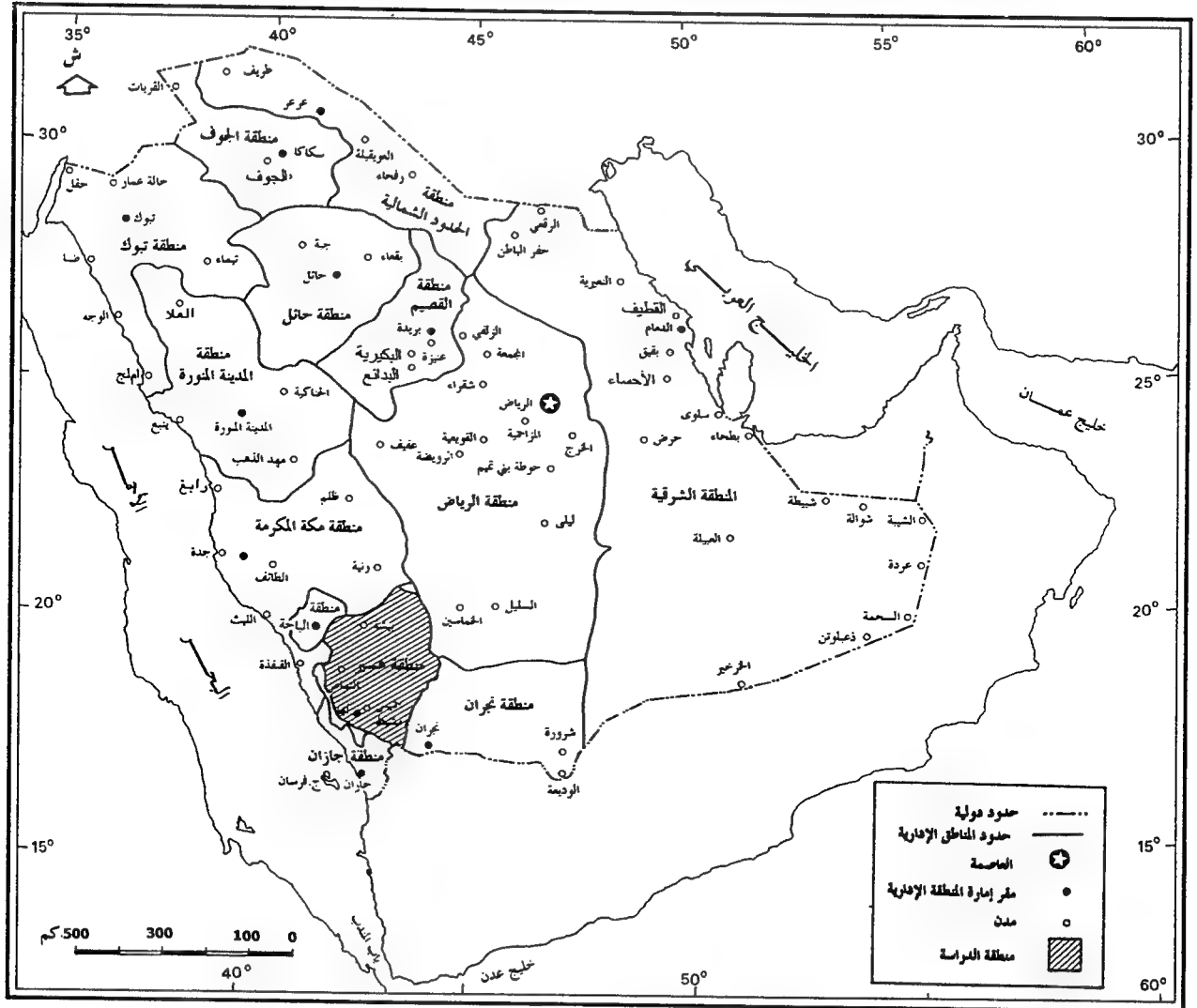
٦. ما الخصائص الطبيعية المميزة لكل منطقة نباتية مناخية وانعكاس ذلك على نوعية الغطاء النباتي وكثافته ؟

## خامساً - منهج البحث وأساليبه

### أ- منطقة الدراسة.

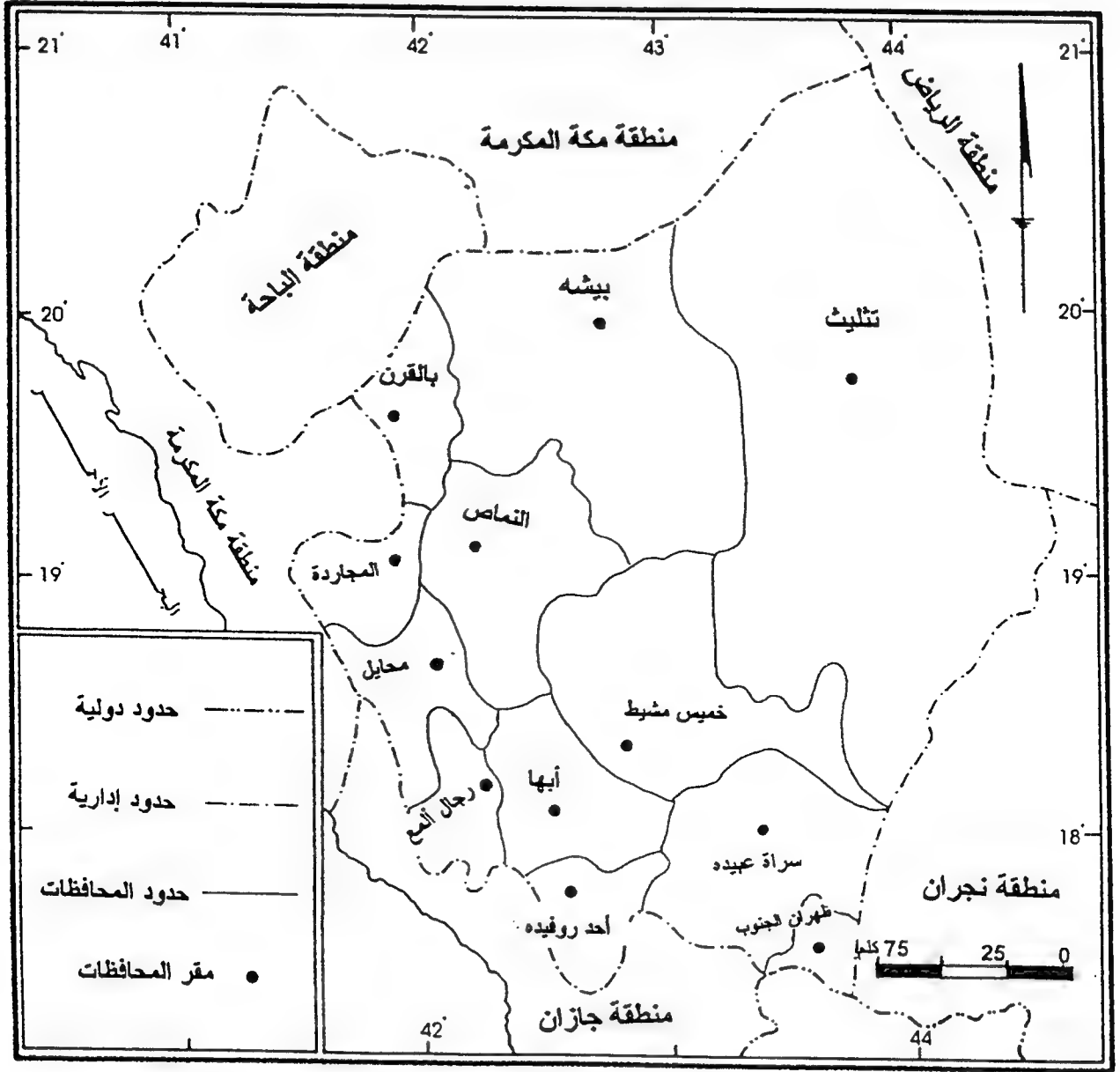
تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي من المملكة العربية السعودية بين خطي الطول ٢٥' ٤١° و ٣٧' ٤٤° شرقاً ودائرتي العرض ٢٥' ١٧° و ٥٧' ٢٠° شمالاً. وتمتد لمسافة ٣٨٠ كم من الشمال الشرقي عن النقطة ٢٠' ٥٥° ٦" و ٤٤' ٤٥° ٤٣° إلى الجنوب الشرقي عند النقطة ٢٣' ١٧° شمالاً و ٣٠' ٤١° ٤٣° شرقاً شكل (١). ويحد منطقة عسير الإدارية من الشمال والشمال الغربي منطقتا مكة المكرمة والباحة ومن الشرق منطقة الرياض ومن الجنوب الشرقي منطقة نجران ومن الجنوب الغربي منطقة جازان وتحتوي منطقة عسير الإدارية على اثنتي عشرة محافظة أبها وخميس مشيط وأحد رفيدة والنماص وبلقرن والمجاردة ومحایل ورجال ألمع وسراة عبيدة وظهران الجنوب وتثليث وبيشة شكل (٢). وتتطابق حدود منطقة الدراسة على الحدود الإدارية لمنطقة عسير من الشمال والشمال الغربي ومن الشرق ومن الجنوب الشرقي في كل من منطقة مكة المكرمة والباحة والرياض ونجران على التوالي. أما الأجزاء التي خارج منطقة الدراسة فهي مرتبطة بخط كنتور (٨٠٠م) عن مستوى سطح البحر.

## شكل (١) موقع منطقة عسير ضمن مناطق المملكة الإدارية.



المصدر: أطلس المملكة العربية السعودية، وزارة التعليم العالي، 1999م.

شكل (٢)  
محافظات منطقة عسير.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000، NE 38-13، NE 38-10، NE 38-6، NE 38-5، NE 38-2، NE 38-1، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م، وأطلس إمارة منطقة عسير، 1412 هـ، وزارة الداخلية.

وتغطي مساحة منطقة الدراسة المحددة بالأراضي والتضاريس التي تزيد ارتفاعاتها على ٨٠٠ م فوق مستوى سطح البحر في سروات وهضبة منطقة عسير الحالية قرابة ٤ عرضية على شكل مضلع غير منتظم الشكل يحده في طرفه الغربي جزء من أهم ظاهرة تضاريسية في المملكة العربية السعودية ألا وهي جبال السروات التي ترتفع إلى أكثر من ٣٠٠٠ م فوق مستوى سطح البحر ( ٣٢٣٣ م ) عند جبل السودة في غرب أبها، وتغطي هذه السروات قرابة ٢٠٠٠ كم<sup>٢</sup>. أما في الطرف الشرقي لهذه المنطقة فتمتد الهضبة الداخلية التي ينحدر سطحها باتجاه الشرق وهي تعرف باسم هضبة عسير التي طورت فيها التعرية المائية شبكة من الروافد والوديان أهمها وادي بيشة ووادي تثليث اللذان يجريان على التوالي من الجنوب على السطح الشرقي لمرتفعات السروات إلى الشمال نحو مرتفعات الرف العربي الغربية.

وتقدر المساحة الكلية لمنطقة عسير الإدارية ٧٨,٣٠٠ كم<sup>٢</sup> تمثل منها منطقة الدراسة حوالي ٧٠,٠٠٠ كم<sup>٢</sup> وهو ما يعادل حوالي ٩٠% من المساحة الإجمالية لمنطقة عسير. وتعد هذه المنطقة من أكثر مناطق المملكة تبايناً من الناحية الطبوغرافية وتنوعاً من الناحية الطبيعية، مما جعلها تتميز بكميات أمطار تتراوح معدلاتها السنوية بين ٤٥٠ - ٥٠٠ مم وبتوزيع فصلي للتساقط ونظام حراري سنوي وفصلي مغاير لمثيله في بقية مناطق المملكة العربية السعودية، وترجع أسباب هذه الخصائص المناخية إلى تأثيرات الارتفاعات التي تتباين كثيراً من منطقة إلى أخرى، إضافة إلى تعرض هذه المنطقة إلى أنظمة جريان جوي عالية ومتنوعة من فصل لآخر يمكن أن تتلخص بتناوب تأثيرات المنخفض الجوي للبحر المتوسط في الشتاء والربيع والرياح الموسمية في الصيف وهي رياح تنتج عن تفاعل المنخفض الجوي السوداني في الجنوب الغربي مع المنخفض الجوي العربي الذي يتمركز في أواسط الجزيرة العربية خلال هذا الفصل.

#### ب- المحطات المختارة في المنطقة الجبلية بعسير.

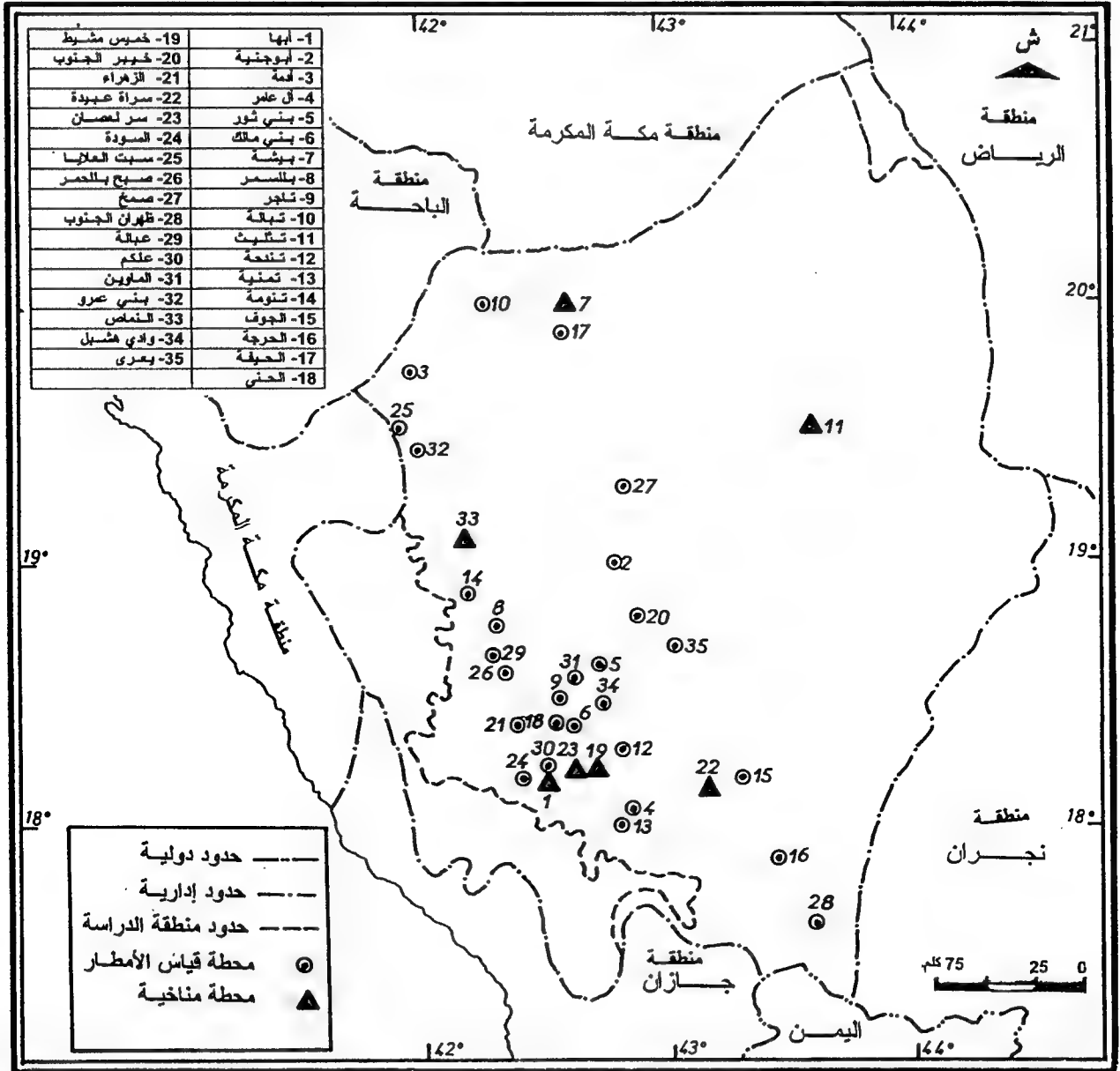
اعتمدت هذه الدراسة المناخية على إحصاءات البيانات المناخية في سبع محطات تتوزع قياساتها بين كل من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وإحصاءات لبيانات قياس الأمطار في ٣٥ محطة قياس تابعة لوزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا جدول (١). وتمتاز المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار بسجل لقراءات البيانات لأطول فترة زمنية تمتد من ١٩٧٠ م إلى ١٩٩٧ م، وتمثل ٢٨ سنة شكل (٣).

جدول (١)  
المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير  
١٩٧٠ — ١٩٩٧ م

م	اسم المحطة	دائرة العرض	شمالاً/	خط الطول	شرقاً/	الارتفاع (م)	نوع المحطة
١	أبهـا	١٢'	١٨	٢٩'	٤٢	٢٢٠٠	مناخية
٢	أبوجنية	٠١'	١٩	٤٤'	٤٢	١٦٥٠	قياس أمطار
٣	آدمـة	٤٥'	١٩	٥٦'	٤١	١٨٥٠	" "
٤	آل عامر	٠٦'	١٨	٤٧'	٤٢	٢٢٥٠	" "
٥	بني ثور	٣٨'	١٨	٤١'	٤٢	١٧٠٠	" "
٦	بني مالك	٢٣'	١٨	٣٤'	٤٢	١٩٨٠	" "
٧	بيشة	٠١'	٢٠	٣٦'	٤٢	١٠٢٠	مناخية
٨	بللسمر	٤٧'	١٨	١٥'	٤٢	٢٢٥٠	قياس أمطار
٩	تاجر	٣١'	١٨	٣١'	٤٢	٢٣٠٠	" "
١٠	تبالة	٠١'	٢٠	١٤'	٤٢	١٠٢٠	" "
١١	تثليث	٣٢'	١٩	٣١'	٤٣	٩٧٥	مناخية
١٢	تندحة	١٩'	١٨	٤٥'	٤٢	١٩٠٠	قياس أمطار
١٣	تمنية	٠٢'	١٨	٤٥'	٤٢	٢٣٠٠	" "
١٤	تومة	٥٦'	١٨	١٠'	٤٢	٢١٠٠	" "
١٥	الجوف	١٤'	١٨	١١'	٤٣	٢٠٦٠	" "
١٦	الحرجة	٥٦'	١٧	٢٢'	٤٣	٢٣٥٠	" "
١٧	الحيفة	٥٢'	١٩	٣٢'	٤٢	١٠٩٠	" "
١٨	الحني	٢٥'	١٨	٣١'	٤٢	٢٠٨٠	" "
١٩	خميس مشيط	١٤'	١٨	٣٩'	٤٢	٢٠٩٥	مناخية
٢٠	خير الجنوب	٤٨'	١٨	٥٣'	٤٢	١٦٥٠	قياس أمطار
٢١	الزهران	٢٥'	١٨	٢٠'	٤٢	٢٤٠٠	" "
٢٢	سراة عبيدة	١٠'	١٨	٠٦'	٤٣	٢٤٠٠	مناخية
٢٣	سر لعصان	١٥'	١٨	٣٦'	٤٢	٢١٠٠	" "
٢٤	السودة	١٥'	١٨	٢٢'	٤٢	٢٨٢٠	قياس أمطار
٢٥	سبت العليا	٣٢'	١٩	٥٤'	٤١	١٨٥٠	" "
٢٦	صبح بالحر	٣٧'	١٨	١٦'	٤٢	٢٢٠٠	" "
٢٧	صمخ	٢٠'	١٩	٤٨'	٤٢	١٤٨٠	" "
٢٨	ظهران الجنوب	٤٠'	١٧	٣٠'	٤٣	٢٠٢٠	" "
٢٩	عبالة	٤١'	١٨	١٥'	٤٢	٢٤٨٠	" "
٣٠	علكم	١٦'	١٨	٢٩'	٤٢	٢٢٠٠	" "
٣١	الماوين	٣٦'	١٨	٣٤'	٤٢	٢١٥٠	" "
٣٢	م. بني عمرو	٢٨'	١٩	٥٩'	٤١	١٢٠٠	" "
٣٣	التماص	٠٩'	١٩	٠٩'	٤٢	٢٦٠٠	مناخية
٣٤	وادي ابن هشيل	٢٨'	١٨	٤٢'	٤٢	١٦٥٠	قياس أمطار
٣٥	يعري	٤١'	١٨	٥٩'	٤٢	١٨٨٠	" "

\* المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

شكل (٣)  
مواقع المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000، NE 38-1، NE 38-2، NE 38-5، NE 38-6، NE 38-10، NE 38-13، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م، وأطلس إمارة منطقة عسير، 1412هـ، وزارة الداخلية.



### ج- تصنيف محطات المنطقة الجبلية بعسير.

تم تصنيف محطات منطقة الدراسة بالطرق التالية :

#### ١. حسب نوع البيانات.

صنفت محطات القياس تبعاً لنوع التسجيلات المناخية إلى المحطات المناخية ومحطات قياس أمطار.

وروعي في اختيار هذه المحطات الأسس والاعتبارات التالية :

- موقع جميع محطات الدراسة البالغ عددها ٣٥ محطة منها ٧ محطات مناخية و ٢٨ محطة لقياس الأمطار.
- احتواء هذه المحطات على قياسات متماثلة ومنتظمة ومشتركة خلال الفترة الزمنية التي تمتد من يناير عام ١٩٧٠م إلى ديسمبر ١٩٩٧م.
- تعكس مواقع المحطات المدروسة التباين بين سفوح المرتفعات بالمنطقة الجبلية بعسير من حيث كمية الأمطار.
- تعكس مواقع المحطات المدروسة التباين بين السفوح من حيث المواجهة للرياح والتيارات البحرية الرطبة.
- تعكس مواقع المحطات مدى تأثير العامل التضاريسي (الارتفاع) على تغيرات الأمطار والحرارة.
- تعكس مواقع المحطات مدى تأثير عامل البعد عن سطح البحر على تغيرات الأمطار والحرارة.
- احتواء هذه المحطات على قياسات للأمطار تمثل فترة زمنية تصل إلى ٢٨ سنة وهي فترة زمنية كافية لتمثيل دورة مناخية عادية تسمح بالتعرف على سمات نظام الأمطار بالمنطقة الجبلية بعسير.

#### ٢. حسب الارتفاع عن مستوى سطح البحر.

صنفت المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار تبعاً لتباين خصائصها من حيث الارتفاع التضاريسي في شكل مجموعات متقاربة ومتجانسة تتوزع كالتالي :

١/٢ المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار التي يفوق ارتفاعها ٢٣٥٠ م، ويبلغ عددها

٦ محطات ويتوزع أغلبها على السفوح الشمالية والشرقية.

٢/٢ محطات قياس الأمطار التي يتراوح ارتفاعها بين ٢٠٠٠ - ٢٣٥٠ م ويبلغ عددها

١٤ محطة ويتوزع أغلبها على السفوح الشمالية والشمالية الغربية.

٣/٢ المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار التي تقع على ارتفاعات تتراوح بين ٢٠٠٠

- ١٢٠٠م ويبلغ عددها ١١ محطة ويتوزع أغلبها على السفوح الشمالية.

٤/٢ المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار التي تقع على ارتفاعات أقل من ١٢٠٠ م ويبلغ عددها ٤ محطات ويتوزع أغلبها على السفوح الشمالية جدول (٢) وشكل (٤). وتعد محطة السودة التي تقع على ارتفاع ٢٨٢٠ م أعلى محطات منطقة الدراسة ومحطة تثليث التي تقع على ارتفاع ٩٧٥ م أقل محطة بالمنطقة شكل (٥). وتمثل العلاقة بين ارتفاع المحطات ومعدل الأمطار (المطلق والفعلي) السنوي تجانساً واضحاً من حيث التوزيع البياني للمحطات على شكلين (٦)، (٧) وجدول (٣). ويتميز هذا التوزيع البياني بما يلي :

— تتوزع جميع المحطات المدروسة في ثلاث مجموعات رئيسية هي :

- المجموعة الأولى وهي عبارة عن ١٥ محطة يتراوح ارتفاعها بين ٢٨٢٠ م و ١٦٥٠ م، ويتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ٤١٨,٣ مم/سنة و ١٧٢,٣ مم/سنة، ومعدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٥٣٤,٨ مم/سنة و ٢٣٥ مم/سنة.
- المجموعة الثانية وهي عبارة عن ١٥ محطة يتراوح ارتفاعها بين ٢٨٢٠ م و ١٤٨٠ م ويتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ٢٠٥,٥ مم/سنة و ٥٤,٢ مم/سنة، ومعدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٥١٣,٢ مم/سنة و ١٠٤,٦ مم/سنة.
- المجموعة الثالثة وهي عبارة عن ٥ محطات يتراوح ارتفاعها بين ١٢٠٠ م و ٩٧٥ م ويتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ٢١٣,٥ مم/سنة و ٦٣,٥ مم/سنة، ومعدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٢٥٦,٣ مم/سنة و ١٣٤,٤ مم/سنة.

### ٣. حسب البعد عن البحر.

تتوزع المحطات المدروسة في أربع مجموعات رئيسية حسب البعد عن البحر، وهي متقاربة فيما بينها حول خط الانحدار الذي يوضح معدل الأمطار (المطلق — الفعلي) السنوي والبعد عن البحر لعلاقة الارتباط بالشكل البياني الشكلان (٨)، (٩) وجدول (٣).

- المجموعة الأولى تضم ١٠ محطات وتبعد عن الساحل بمسافة تتراوح بين ١٤٥ كم و ٩٥ كم يتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ٤١٨,٣ مم/سنة و ٢٣٥,٥ مم/سنة، معدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٥٣٤,٨ مم/سنة و ٣٥٧,٢ مم/سنة. ويظهر أثر عامل الارتفاع لهذه المجموعة أكثر من عامل البعد عن البحر في بعض المحطات كالتماص التي تبعد عن البحر بـ ١١٣ كم وتقدر أمطارها المطلقة والفعلية السنوية على التوالي بـ ٤١٨,٣ مم/سنة و ٤٧٤,٩ مم/سنة.

## جدول (٢)

المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار حسب الارتفاعات في المنطقة الجبلية بصير

أ- التي يزيد ارتفاعها على ٢٣٥٠ م

رقم الخط	اسم المحطة	دائرة العرض	شمالاً/	خط الطول	شرقاً/	الارتفاع (م)	ملاحظات
١٦	الحرجة	٥٦'	١٧'	٢٢'	٤٣'	٢٣٥٠	قياس أمطار
٢١	الزهراء	٢٥'	١٨'	٢٠'	٤٢'	٢٤٠٠	" "
٢٢	سراة عبيدة	١٠'	١٨'	٠٦'	٤٣'	٢٤٠٠	مناخية
٢٤	السودة	١٥'	١٨'	٢٢'	٤٢'	٢٨٢٠	قياس أمطار
٢٩	عبالة	٤١'	١٨'	١٥'	٤٢'	٢٤٨٠	" "
٣٣	النماص	٠٩'	١٩'	٠٩'	٤٢'	٢٦٠٠	مناخية

## تابع جدول (٢)

المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار حسب الارتفاعات في المنطقة الجبلية بصير

ب- التي يتراوح ارتفاعها بين ٢٠٠٠ - ٢٣٥٠ م

رقم الخط	اسم المحطة	دائرة العرض	شمالاً/	خط الطول	شرقاً/	الارتفاع (م)	ملاحظات
١	أبها	١٢'	١٨'	٢٩'	٤٢'	٢٢٠٠	مناخية
٤	آل عامر	٠٦'	١٨'	٤٧'	٤٢'	٢٢٥٠	قياس أمطار
٨	بللسمر	٤٧'	١٨'	١٥'	٤٢'	٢٢٥٠	" "
٩	تاجر	٣١'	١٨'	٣١'	٤٢'	٢٣٠٠	" "
١٣	تمنية	٠٢'	١٨'	٤٥'	٤٢'	٢٣٠٠	" "
١٤	تنومة	٥٦'	١٨'	١٠'	٤٢'	٢١٠٠	" "
١٥	الجوف	١٤'	١٨'	١١'	٤٣'	٢٠٦٠	" "
١٨	الحني	٢٥'	١٨'	٣١'	٤٢'	٢٠٨٠	" "
١٩	خميس مشيط	١٤'	١٨'	٣٩'	٤٢'	٢٠٩٥	مناخية
٢٣	سر لعسان	١٥'	١٨'	٣٦'	٤٢'	٢١٠٠	مناخية
٢٦	صباح بللحمر	٣٧'	١٨'	١٦'	٤٢'	٢٢٠٠	" "
٢٨	ظهران الجنوب	٤٠'	١٧'	٣٠'	٤٣'	٢٠٢٠	" "
٣٠	علكم	١٦'	١٨'	٢٩'	٤٢'	٢٢٠٠	" "
٣١	الماوين	٣٦'	١٨'	٣٤'	٤٢'	٢١٥٠	" "

\* المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

## تابع جدول (٢)

محطات قياس الأمطار حسب الارتفاعات في المنطقة الجبلية بعسير

ج- التي يتراوح ارتفاعها بين ١٢٠٠ - ٢٠٠٠ م

رقم اخطة	اسم اخطة	دائرة العرض	شمالاً/	خط الطول	شرقاً/	الارتفاع (م)	ملاحظات
٢	أبوجنية	٠١'	١٩'	٤٤'	٤٢'	١٦٥٠	قياس أمطار
٣	أدمة	٤٥'	١٩'	٥٦'	٤١'	١٨٥٠	" "
٥	بني ثور	٣٨'	١٨'	٤١'	٤٢'	١٧٠٠	" "
٦	بني مالك	٢٣'	١٨'	٣٤'	٤٢'	١٩٨٠	" "
١٢	تندحة	١٩'	١٨'	٥٢'	٤٢'	١٩٠٠	" "
٢٠	خبير الجنوب	٤٨'	١٨'	٥٣'	٤٢'	١٦٥٠	" "
٢٥	سبت العليا	٣٢'	١٩'	٥٤'	٤١'	١٨٥٠	" "
٢٧	صمخ	٢٠'	١٩'	٤٨'	٤٢'	١٤٨٠	" "
٣٢	مركز بني عمرو	٢٨'	١٩'	٥٩'	٤١'	١٢٠٠	" "
٣٤	وادي ابن هشيل	٢٨'	١٨'	٤٢'	٤٢'	١٦٥٠	" "
٣٥	يعرى	٤١'	١٨'	٥٩'	٤٢'	١٨٨٠	" "

## تابع جدول (٢)

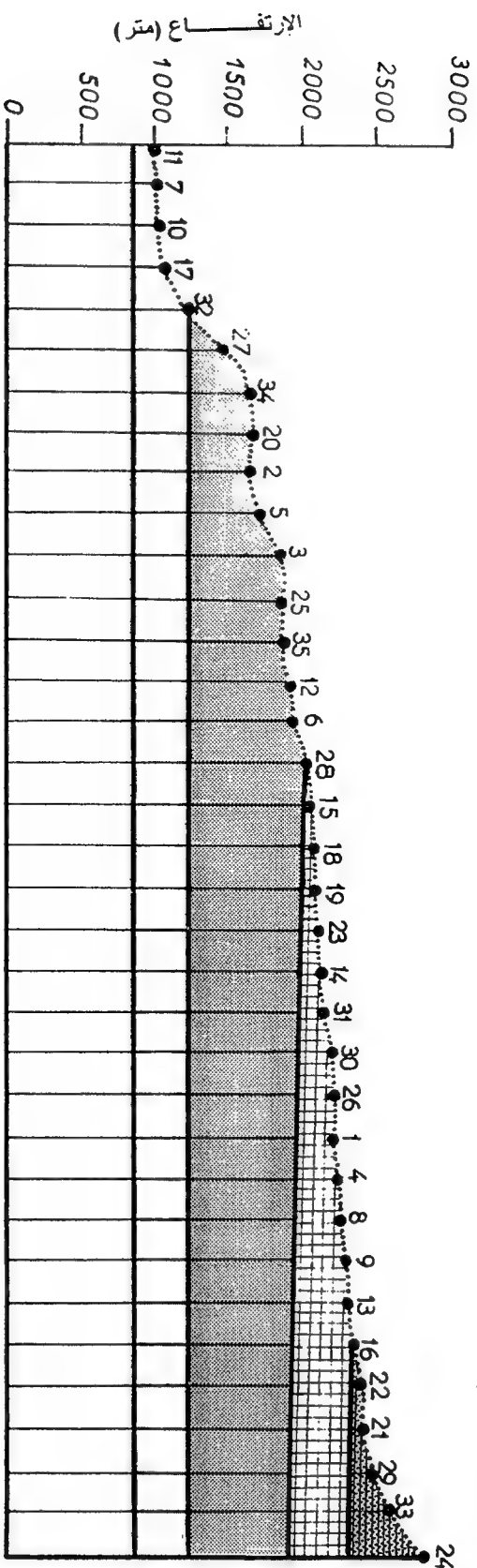
المحطات المناخية وقياس الأمطار حسب الارتفاعات في المنطقة الجبلية بعسير

د- التي يتراوح ارتفاعها بين ٨٠٠ - ١٢٠٠ م

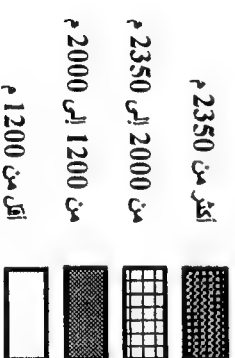
م	اسم اخطة	دائرة العرض	شمالاً/	خط الطول	شرقاً/	الارتفاع (م)	ملاحظات
٧	بيشة	٠١'	٢٠'	٣٦'	٤٢'	١٠٢٠	مناخية
١٠	تبالة	٠١'	٢٠'	١٤'	٤٢'	١٠٢٠	قياس أمطار
١١	تثليث	٣٢'	١٩'	٣١'	٤٣'	٩٧٥	مناخية
١٧	الحيفة	٥٢'	١٩'	٣٣'	٤٢'	١٠٩٠	قياس أمطار

\* المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

شكل (٤)  
المحطات المناخية حسب ارتفاعها بالأمتار عن مستوى سطح البحر.

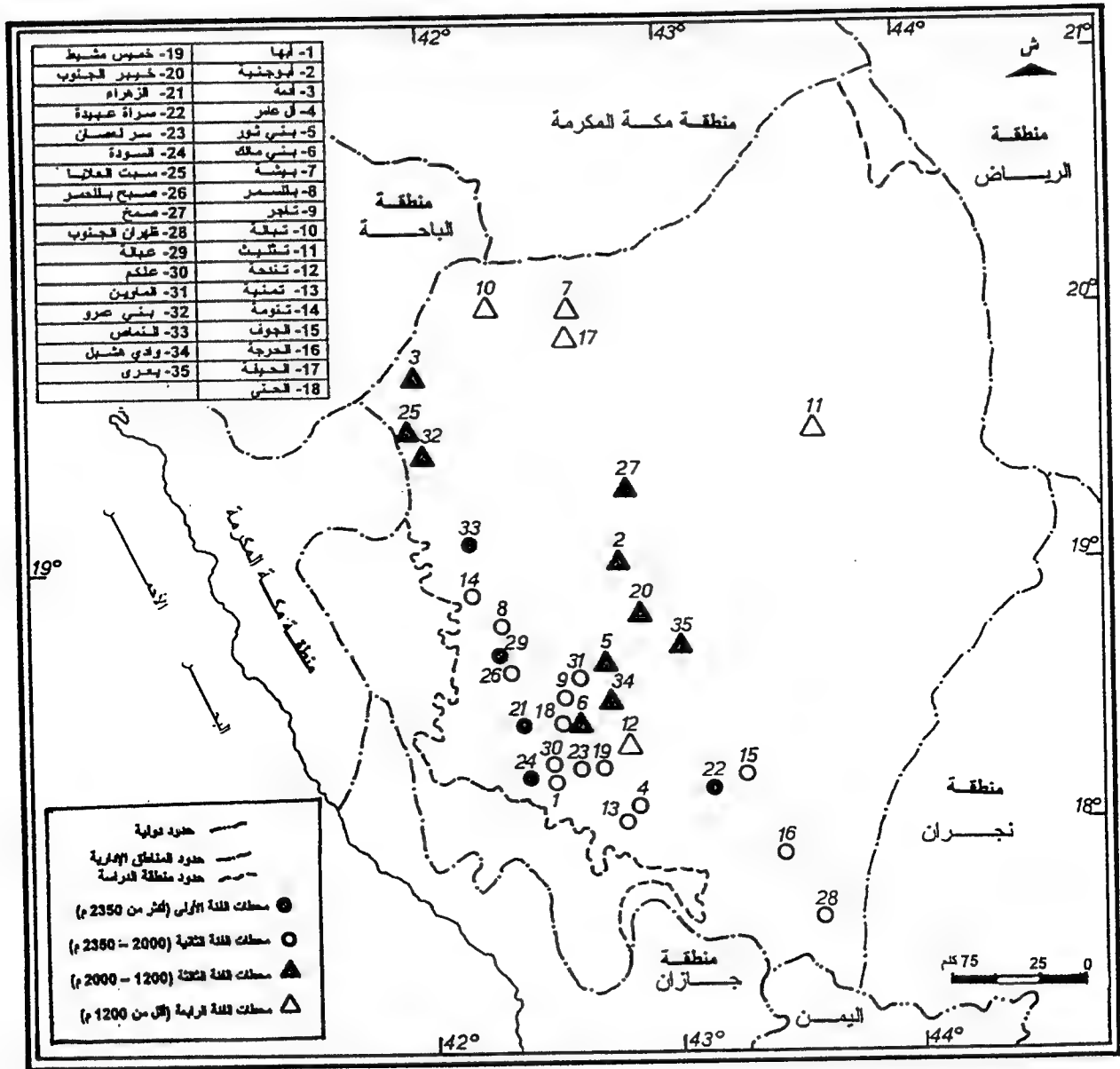


فئات الارتفاع (م):



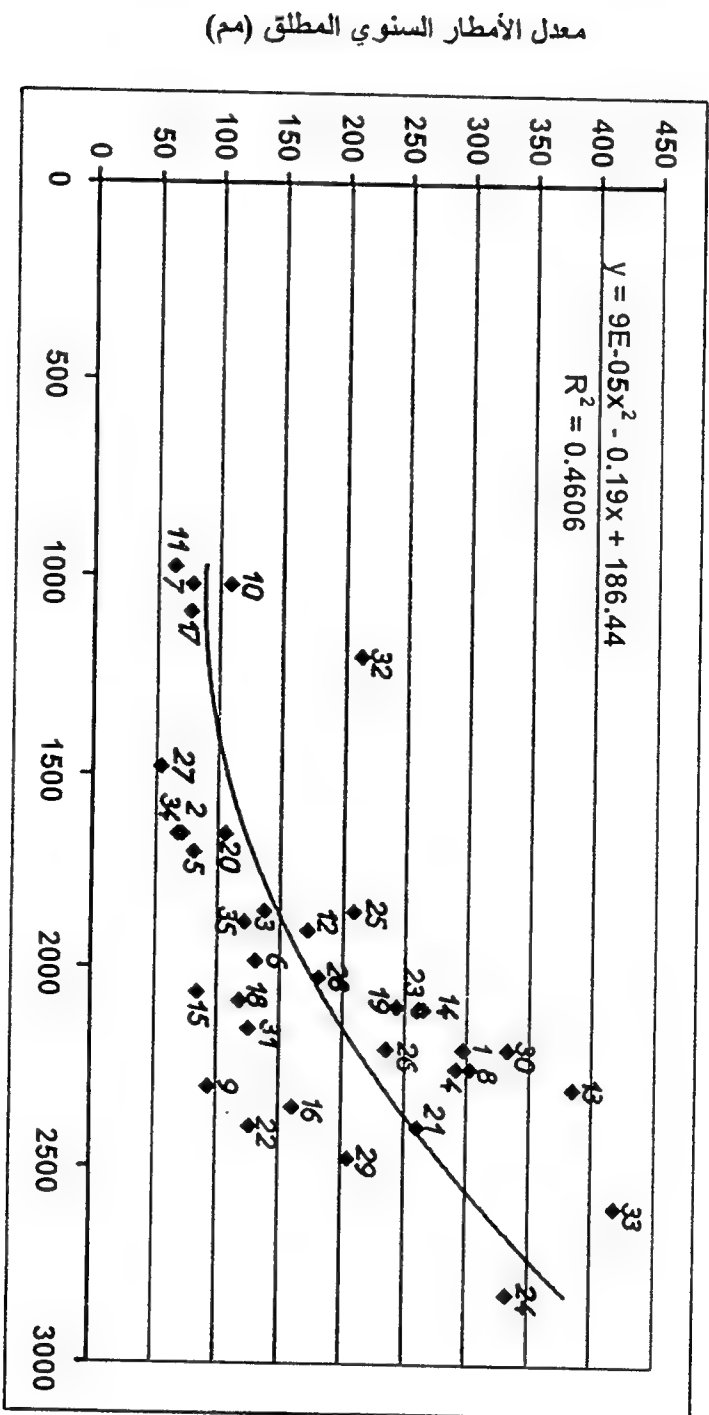
29- عباله	22- سرة عبيدة	15- الجوف	8- بالسم	1- أبها
30- علكم	23- سر لحيان	16- الحرجة	9- تاجر	2- أبو خنية
31- الماوين	24- السودا	17- الحقة	10- تباله	3- أمه
32- بني عمرو	25- سبت العالوا	18- الحنى	11- تثليت	4- آل عامر
33- النعاص	26- صمغ بالبحر	19- خميس مشيط	12- تلحة	5- بني ثور
34- بني هليل	27- صمغ	20- خيبر الجنوب	13- تمنية	6- بني مالك
35- يعرى	28- ظهران الجنوب	21- الزهراء	14- تنومة	7- بيشة

شكل (٥)  
المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار حسب الارتفاع  
في منطقة عسير الجبلية.

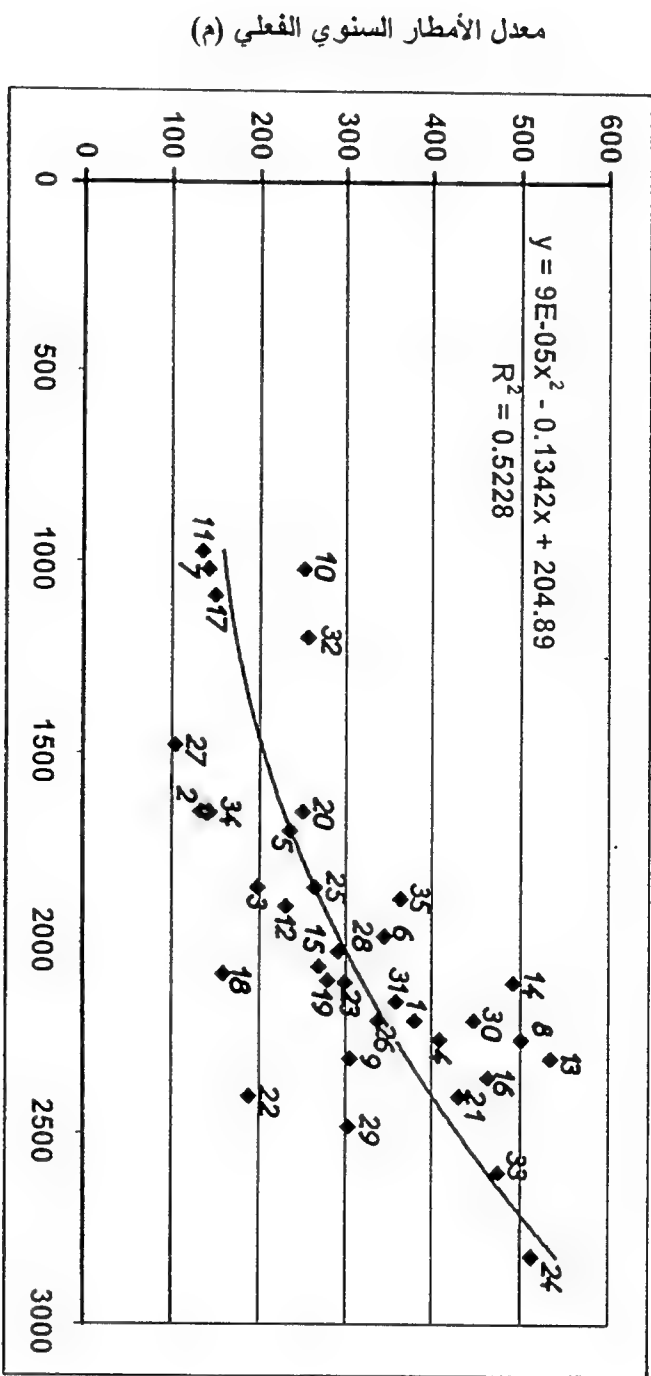


المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000، NE 38-13، NE 38-10، NE 38-6، NE 38-5، NE 38-2، NE 38-1، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م، وأطلس إمارة منطقة عسير، 1412هـ، وزارة الداخلية.

شكل (١)  
العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق وارتفاع المحطات.



شكل (٧) العلاقة بين معدل الأمطار السنوي الفعلي وارتفاع المحطات.





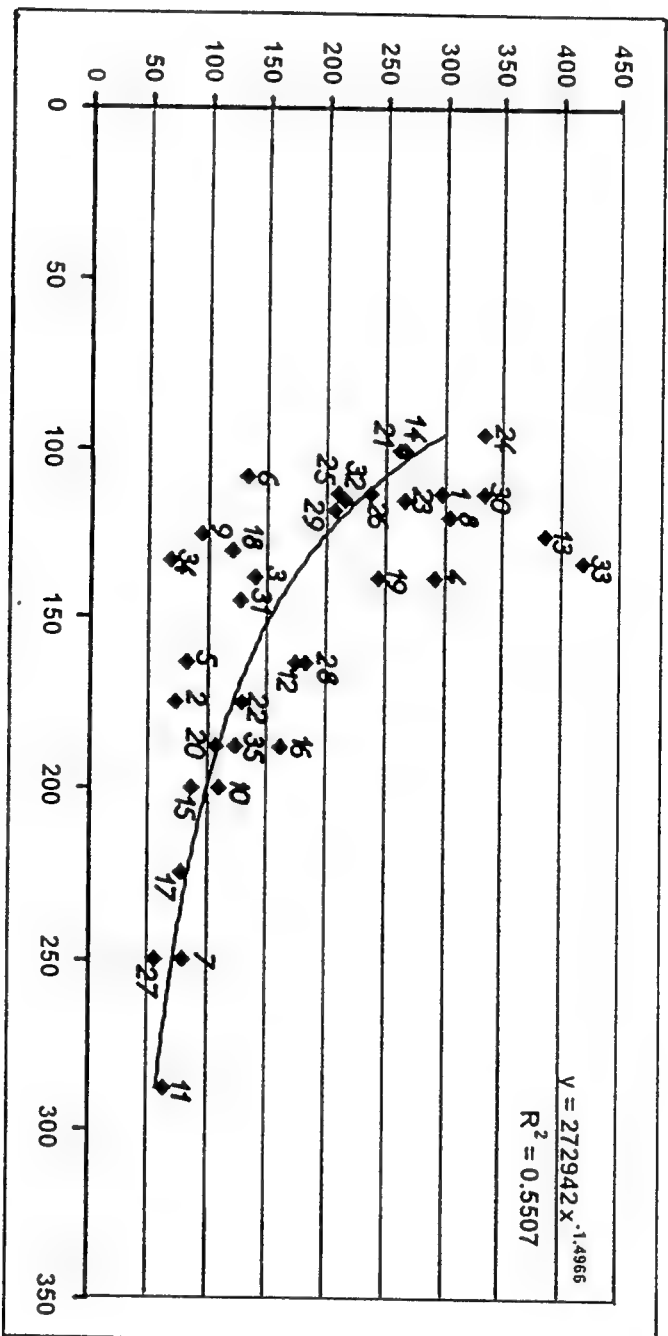
## جدول (٣)

معدل الأمطار السنوية المطلقة - الفعلية  
والارتفاع والبعد عن البحر في محطات المنطقة الجبلية بعسير  
١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

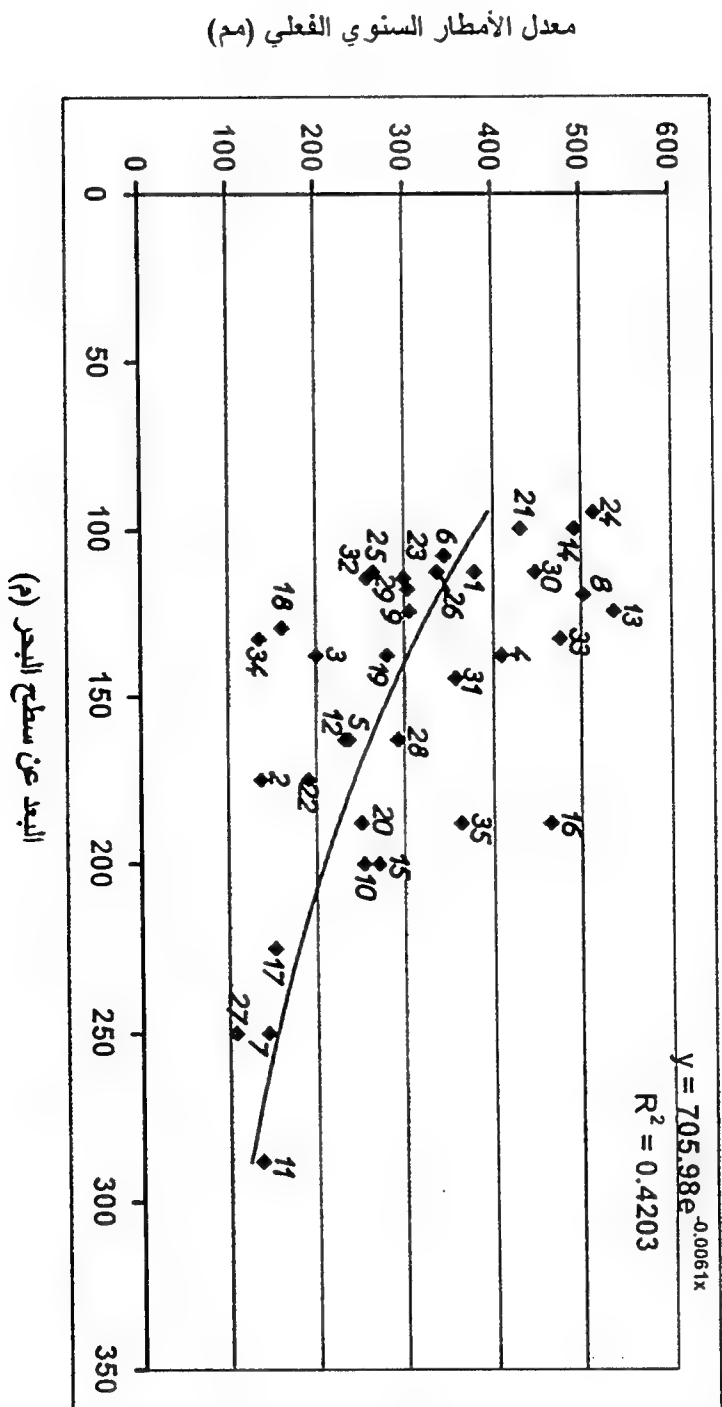
م	اسم المحطة	الارتفاع (م)	البعد عن البحر (كم)	المعدل المطلق للأمطار (مم)	المعدل الفعلي للأمطار (مم)
١	أبها	٢٢٠٠	١١٣	٢٩٦,٨	٣٧٨,٧
٢	أبوجنبه	١٦٥٠	١٧٥	٧٠,٧	١٣٥,٠
٣	أدمه	١٨٥٠	١٣٨	١٣٨,١	١٩٨,٩
٤	آل عامر	٢٢٥٠	١٣٨	٢٩١,٣	٤٠٨,١
٥	بني ثور	١٧٠٠	١٦٣	٨٠,٩	٢٣٥,٠
٦	بني مالك	١٩٨٠	١٠٨	١٣١,٣	٣٤٤,٤
٧	بيشه	١٠٢٠	٢٥٠	٧٨,١	١٤١,٧
٨	بلسمر	٢٢٥٠	١٢٠	٣٠٢,٦	٥٠١,٦
٩	تاجر	٢٣٠٠	١٢٥	٩٣,٧	٣٠٤,٧
١٠	تبالة	١٠٢٠	٢٠٠	١٠٨,٤	٢٥١,٨
١١	تثليث	٩٧٥	٢٨٨	٦٣,٥	١٣٤,٤
١٢	تندحه	١٩٠٠	١٦٣	١٧٢,٣	٢٣٠,٧
١٣	تمنية	٢٣٠٠	١٢٥	٣٨٥,٠	٥٣٤,٨
١٤	تنومه	٢١٠٠	١٠٠	٢٦٤,٧	٤٩٢,١
١٥	الجوف	٢٠٦٠	٢٠٠	٨٤,٤	٢٦٨,٨
١٦	الحرجه	٢٣٥٠	١٨٨	١٦١,١	٤٦٣,١
١٧	الحيفة	١٠٩٠	٢٢٥	٧٦,٩	١٥٠,٤
١٨	الحنى	٢٠٨٠	١٣٠	١١٨,٩	١٥٩,٤
١٩	خميس مشيط	٢٠٩٥	١٣٨	٢٤٣,٤	٢٧٨,٣
٢٠	خيبر الجنوب	١٦٥٠	١٨٨	١٠٦,٠	٢٤٩,٥
٢١	الزهران	٢٤٠٠	١٠٠	٢٦٠,٣	٤٣٠,٥
٢٢	سراة عبيدة	٢٤٠٠	١٧٥	١٢٧,٣	١٨٩,٠
٢٣	سر لعصان	٢١٠٠	١١٥	٢٦٤,٨	٢٩٨,١
٢٤	السودة	٢٨٢٠	٩٥	٣٣٢,٩	٥١٣,٢
٢٥	سبت العليا	١٨٥٠	١١٣	٢٠٨,٨	٢٦٣,٩
٢٦	صبح بلحمر	٢٢٠٠	١١٣	٢٣٥,٥	٣٣٦,٥
٢٧	صبح	١٤٨٠	٢٥٠	٥٤,٢	١٠٤,٦
٢٨	ظهران الجنوب	٢٠٢٠	١٦٣	١٨١,٦	٢٩١,٢
٢٩	عبالة	٢٤٨٠	١١٨	٢٠٥,٥	٣٠٢,٧
٣٠	علكم	٢٢٠٠	١١٣	٣٣٢,٧	٤٤٧,٣
٣١	الماوين	٢١٥٠	١٤٥	١٢٦,٢	٣٥٧,٢
٣٢	م. بني عمرو	١٢٠٠	١١٥	٢١٣,٥	٢٥٦,٣
٣٣	النماص	٢٦٠٠	١٣٣	٤١٨,٣	٤٧٤,٩
٣٤	و. ابن هشيل	١٦٥٠	١٣٣	٦٧,٦	١٣٣,٣
٣٥	يعرى	١٨٨٠	١٨٨	١٢١,٥	٣٦٢,٥

\* المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

شكل (٨)  
العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق وبعد المحطات عن البحر.



شكل (٩)  
العلاقة بين معدل الأمطار السنوي الفعلي وبعد المحطات عن البحر.



■ المجموعة الثانية وتضم بين 7-8 محطات وتبعد عن البحر بمسافة تتراوح بين ٢٨٨ كم و١٦٣ كم ويتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ١٨١,٦ مم/سنة و٦٣,٥ مم/سنة، ومعدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٤٦٣,١ مم/سنة و١٣٤,٤ مم/سنة وتتأثر أيضاً هذه المحطات بعامل الارتفاع علاوة على عامل البعد عن البحر.

■ المجموعة الثالثة وتضم بين ٦-٧ محطات وتبعد عن البحر بمسافة تتراوح بين ١٣٨ كم و١٠٠ كم ويتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ٢٦٤,٧ مم/سنة و٢٠٥,٥ مم/سنة، ومعدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٣٤٤,٤ مم/سنة و٢٥٦,٣ مم/سنة وتتأثر كثيراً كميات الأمطار في هذه المجموعة بعامل البعد عن البحر وبعامل الارتفاع.

■ المجموعة الرابعة وتضم حوالي ١١ محطة وتبعد عن البحر بمسافة تتراوح بين ٢٥٠ كم و١٠٨ كم ويتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ١٣٨,١ مم/سنة و٥٤,٢ مم/سنة، ومعدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٢٣٥ مم/سنة و١٠٤,٦ مم/سنة.

يتضح مما تقدم أن محطات المنطقة الجبلية بعسير تتأثر بعامل البعد عن البحر حيث تزيد الأمطار كلما قلت المسافة بالنسبة لقيم الأمطار المطلقة أو الفعلية، لأن قصر المسافة يقلل من القارية ويساعد على احتفاظ الكتلة الهوائية بكمية كبيرة من الرطوبة، والعكس صحيح، ولكن في نفس الوقت يغلب على البعض منها التأثير بعامل الارتفاع الذي يظهر أثره بوضوح في استقطاب الرياح الممطرة وهي على ارتفاعات عالية عن سطح البحر بالإضافة إلى موقع المحطة ضمن السفوح، ولاسيما المواجهة منها للرياح الرطبة. ويبدو أن معدلات الأمطار الفعلية تتأثر بعامل الارتفاع أكثر من تأثرها بعامل البعد عن البحر على عكس المعدلات المطلقة التي تتأثر بعامل البعد عن البحر أكثر من تأثرها بعامل الارتفاع منه.

#### ٤. حسب موقع المحطة في السفوح المواجهة (المعرضة) لاتجاه الرياح الرطبة.

تتوزع محطات الدراسة حسب مواجهتها للتيارات البحرية الرطبة إلى ثلاث مجموعات جدول (٤) وهي :

■ المجموعة الأولى وتضم المحطات التي تقع في السفوح المواجهة لاتجاه الرياح الشمالية والشمالية الغربية وتشمل ٢٤ محطة ويتراوح معدل الأمطار الفعلي السنوي بها بين ٥١٣,٢ مم/سنة و١٠٤,٦ مم/سنة ومعدل الأمطار المطلق السنوي بين ٣٣٢,٩ مم/سنة و٥٤,٢ مم/سنة.

■ المجموعة الثانية وتضم المحطات التي تقع في السفوح المواجهة لاتجاه الرياح الشرقية والشمالية الشرقية وتشمل ٩ محطات يتراوح معدل الأمطار الفعلي السنوي بها بين ٥٠١,٦ مم/سنة و١٤١,٧ مم/سنة ومعدل الأمطار المطلق السنوي بين ٣٠٢,٦ مم/سنة و٧٨,١ مم/سنة.

جدول (٤)  
المحطات المناخية وقياس الأمطار  
حسب اتجاه السفوح في المنطقة الجبلية بعسير .

م	الشمال N	الشمال الشرقي NE	الشرق E	الجنوب S	الغرب W	الشمال الغربي NW
1	أبوجنية	بيشة	أبها	تمنية	النماص	بني ثور
2	أمة	بللسمر	آل عامر			بني مالك
3	تاجر	تنومة	الزهران			و. ابن هشبيل
4	تثليث	الحرجة	ظهران الجنوب			تبالة
5	تنح	مراة عبيدة				الماوين
6	الجوف					
7	الحيفة					
8	الحنى					
9	خيبر الجنوب					
10	خميس مشيط					
11	سرلعسان					
12	السودة					
13	سبت العليا					
14	صبح بلحمر					
15	صمخ					
16	علكم					
17	عبالة					
18	مركز بني عمرو					
19	يعرى					

\* المصدر : من إعداد الباحثة اعتماداً على خرائط الأساس، (١٩٩٩م)، مقياس ١:٢٥٠.٠٠٠، وزارة البترول والثروة المعدنية.

المجموعة الثالثة وتضم ٢ محطة تقع في السفوح المواجهة لاتجاه الرياح الجنوبية والغربية ويتراوح معدل الأمطار الفعلي السنوي بها بين ٥٣٤,٨ مم/سنة و ٤٧٤,٩ مم/سنة ومعدل الأمطار المطلق السنوي بين ٤١٨,٣ مم/سنة و ٣٨٥,٠ مم/سنة. ويلحظ على هذه المجموعة ارتفاع معدلات الأمطار الفعلية والمطلقة على السواء في آن واحد، وقد يعزي ذلك لموقع تلك المحطات في السفوح الجنوبية الغربية الرطبة، التي تخضع لسيطرة الرياح الجنوبية الغربية، بالإضافة إلى ارتفاعاتها التي تبلغ ٢٦٠٠ م و ٢٣٠٠ م على التوالي.

#### ٥. حسب السلاسل الزمنية في المحطات المناخية وقياس الأمطار.

نظراً لوجود بعض النقص في بيانات عدة محطات لقياس الأمطار خلال الفترة المدروسة فقد تم تصحيح بيانات هذه المحطات بواسطة بيانات السلاسل الزمنية الكاملة المسجلة في غيرها من المحطات الأخرى التي تمت فيها عمليات قياس الأمطار بصورة مكتملة ودقيقة شكل (١٠).

#### ١/٥ تحديد المحطات التابعة والمحطات الرئيسية بطريقة تيسن (Thiessen)

تمثل طريقة تيسن نعمان، (١٩٨٣م) إحدى الطرق الجغرافية البيانية الهندسية المستعملة لتحديد مساحة التأثير (منطقة النفوذ) أو المنطقة التابعة لكل محطة تحتوي على بيانات متكاملة ومتجانسة بالمقارنة مع بيانات غيرها من المحطات المجاورة لها أو المحيطة بها. ويتم اختيار أو تحديد المنطقة التابعة لكل محطة تبعاً للخطوات التالية : شكل (١١).

أ. يتم تحديد منطقة الدراسة التي تحتوي على عدد معين من محطات القياس المختلفة من حيث السلاسل الزمنية ونوعية البيانات المسجلة، وبذلك تكون المحطات التي تحتوي على بيانات متكاملة ومتجانسة ومتنوعة هي محطات التصحيح (الرئيسية) التي يجب تحديد مناطق نفوذها لتصحيح بيانات غيرها من المحطات المجاورة لها أو المحيطة بها والتي تمثل كل المحطات التابعة.

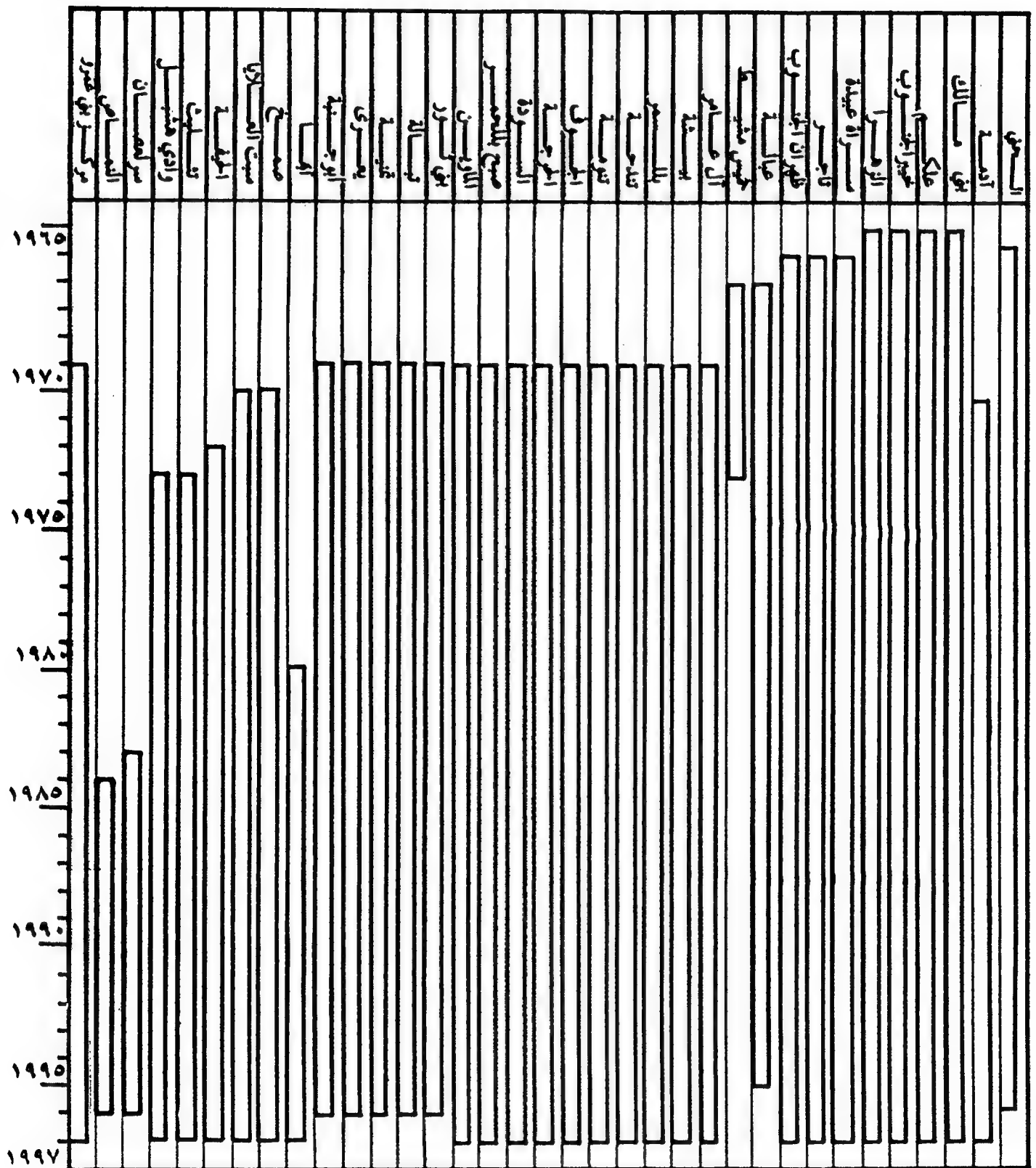
ب. يختار عدد معين من محطات التصحيح (الرئيسية) في مساحة منطقة الدراسة. وتعد محطة التصحيح (المحطة الرئيسية) كل من :

١- المحطات المناخية التي تحتوي على السلاسل الزمنية المتكاملة والمتجانسة لعدة عناصر مناخية تم تسجيلها خلال فترة الدراسة.

٢- محطات قياس الأمطار التي تحتوي على سلاسل زمنية متكاملة ومتجانسة للبيانات خلال فترة الدراسة.

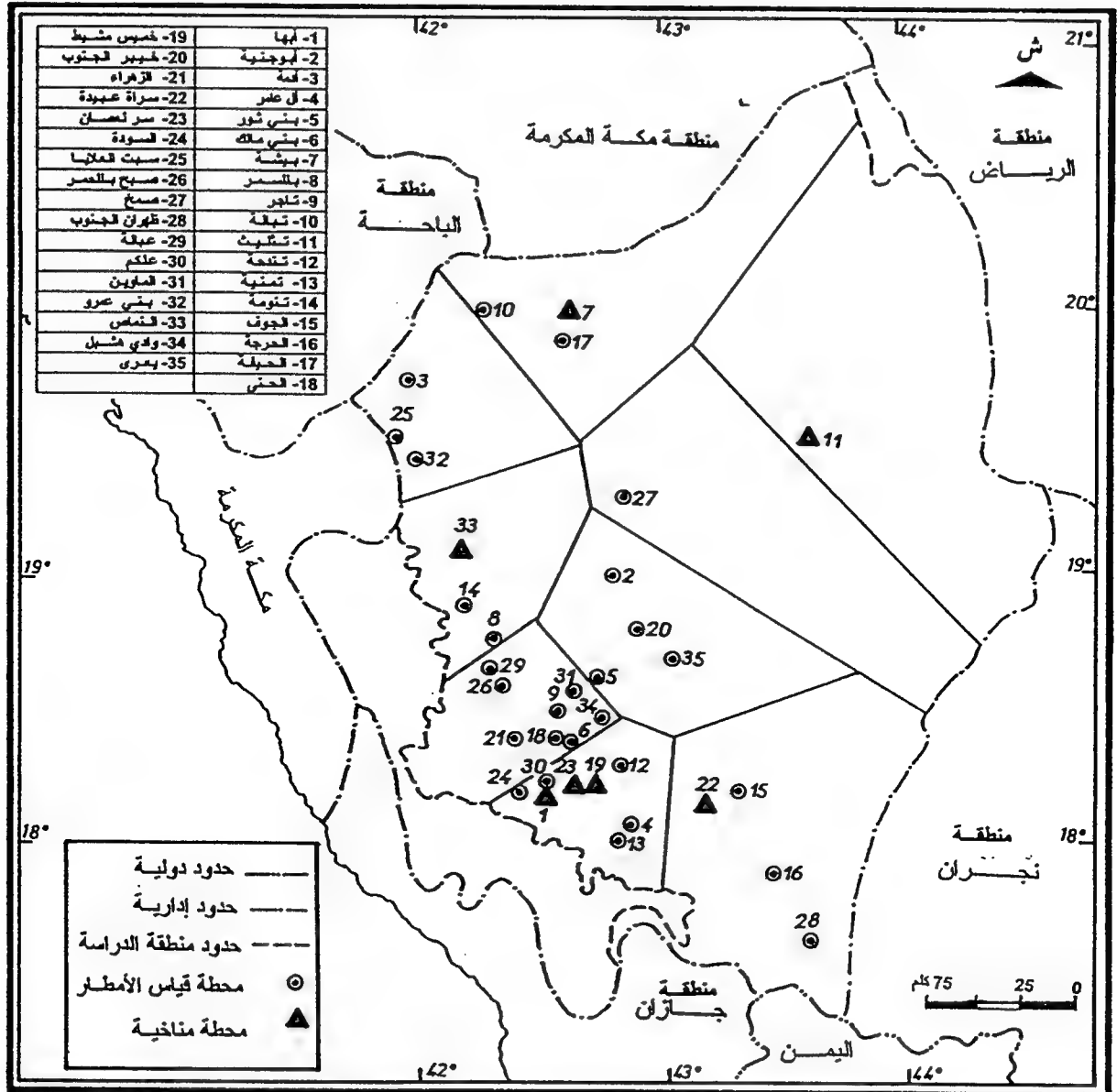
٣- محطات قياس الأمطار التي تحتوي على أطول سلسلة زمنية للبيانات بالمقارنة مع المحطات المجاورة لها أو المحيطة بها.

شكل (١٠)  
السلاسل الزمنية للقياسات المناخية والمطرية (١٩٦٥-١٩٩٧م).



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

شكل (١١)  
مجالات التأثير للمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار  
حسب طريقة ثيسن Thiessen



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000، NE 38-13، NE 38-10، NE 38-6، NE 38-5، NE 38-2، NE 38-1، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م، أطلس المناخ، 1409 هـ، وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا، ص MOO3.



وقد روعي في اختيار محطة التصحيح (المحطة الرئيسة) لمحطة يراد إكمال بياناتها ما يلي :

- عامل القرب بحيث تم اختيار أقرب المحطات الرئيسة لتصحيح بيانات المحطات التابعة (المحطات المصححة).
- عامل الارتفاع بحيث تم اختيار محطات التصحيح التي تقع على ارتفاع مماثل للارتفاع الذي تقع عليه المحطات التابعة (المصححة).
- ج. يوصل بين جميع محطات التصحيح المختارة (الرئيسة) بمستقيمات على الخريطة بحيث ترتبط كل محطة بمحطتين من مثيلاتها فتنشأ مثلثات من المسافات الواصلة بين المحطات الثلاث.
- د. تتصف أضلاع كل مثلث بمحاور عمودية تتلاقى في نقطة واحدة داخل كل مثلث بحيث تمثل هذه المحاور أضلاعاً لمضلعات مختلفة الأشكال تقع داخلها المحطات الرئيسة محطات (التصحيح).
- هـ. تمثل هذه المضلعات المحيطة بالمحطات الرئيسة مساحات التأثير التابعة لكل المحطات الرئيسة التي تقع داخل منطقة الدراسة، ويقع في كل مضلع عدد من المحطات التابعة المصححة، وتعد كل المحطات التي تقع داخل نفس المضلع - حسب طريقة تيسن - هي محطات متجانسة من حيث خصائص وكميات الأمطار المسجلة، ويمكن اعتبار كميات الأمطار فيها مماثلة لكميات الأمطار في المحطة الرئيسة المشرفة على مساحة التأثير التي يمثلها المضلع. جدول (٥).
- وعليه يمكن إكمال بيانات معدلات الأشهر الناقصة للأمطار في المحطات التابعة بواسطة بيانات معدلات الأشهر للأمطار في المحطات الرئيسة بواسطة طريقة التراكم المزدوج التي اعتمدت في هذه الدراسة.

## ٢/٥ تصحيح قياسات الأمطار بواسطة طريقة التراكم المزدوج.

بعد أن يتم اختيار محطة التصحيح (الرئيسة) والمحطات التابعة لها بواسطة طريقة تيسن Thiessen يمكن إكمال بيانات المحطات التي تقع في نفس منطقة تأثير محطة التصحيح بواسطة طريقة التراكم المزدوج. وتعتمد طريقة التراكم المزدوج التي تم تطبيقها في هذه الدراسة لإكمال البيانات الشهرية المفقودة في بعض المحطات على الخطوات التالية :

أ. تحديد الشهور التي لم يسجل خلالها كميات أمطار بالمحطة التابعة، وتحديد القيم الشهرية للأمطار المسجلة في محطة التصحيح خلال نفس الفترة الزمنية المشتركة بين المحطتين.

## جدول (٥)

المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير

حسب تصنيف نيسن.

م	محطة مستقلة	خط العرض	شمالاً/	خط الطول	شرقاً/	الارتفاع (م)	محطة تابعة	خط العرض	شمالاً/	خط الطول	شرقاً/	الارتفاع (م)
١	أبها	١٢'	١٨	٢٩'	٤٢	٢٢٠٠	آل عامر	٠٦'	١٨	٤٧'	٤٢	٢٢٥٠
							تمنية	٠٢'	١٨	٤٥'	٤٢	٢٣٠٠
							تندحة	١٩'	١٨	٥٣'	٤٢	١٩٠٠
							الحنى	٢٥'	١٨	٣١'	٤٢	٢٠٨٠
							خميس مشيط	١٤'	١٨	٣٩'	٤٢	٢٠٩٠
							السودة	١٥'	١٨	٢٢'	٤٢	٢٨٢٠
							سر لعصان	١٥'	١٨	٣٦'	٤٢	٢١٠٠
							علكم	١٦'	١٨	٢٩'	٤٢	٢٢٠٠
٢	بيشة	٠١'	٢٠	٣٦'	٤٢	١٠٢٠	تبالة	٠١'	٢٠	١٤'	٤٢	١٠٢٠
							الحيفة	٥٢'	١٩	٣٣'	٤٢	١٠٩٠
٣	خ. الجنوب	٤٨'	١٨	٥٣'	٤٢	١٦٥٠	أبوجنية	٠١'	١٩	٤٤'	٤٢	١٦٥٠
							بني ثور	٣٨'	١٨	٤١'	٤٢	١٧٠٠
							يعرى	٤١'	١٨	٥٩'	٤٢	١٨٨٠
٤	الزهر	٢٥'	١٨	٢٠'	٤٢	٢٤٠٠	بني مالك	٢٣'	١٨	٣٤'	٤٢	١٩٨٠
							ابن هشيل	٢٨'	١٨	٤٣'	٤٢	١٦٥٠
							تاجر	٣١'	١٨	٣١'	٤٢	٢٣٠٠
							صبح بالحر	٣٧'	١٨	١٦'	٤٢	٢٢٠٠
							عبالة	٤١'	١٨	١٥'	٤٢	٢٤٨٠
							الماوين	٣٦'	١٨	٣٤'	٤٢	٢١٥٠
٥	س. العليا	٣٢'	١٩	٥٤'	٤١	١٨٥٠	أمة	٤٥'	١٩	٥٦'	٤١	١٨٥٠
							م. بني عمرو	٢٨'	١٩	٥٩'	٤١	١٢٠٠
٦	س. عبدة	١٠'	١٨	٠٦'	٤٣	٢٤٠٠	الجوف	١٤'	١٨	١١'	٤٣	٢٠٦٠
٧	النماص	٠٩'	١٩	٠٩'	٤٢	٢٦٠٠	بالسر	٤٧'	١٨	١٥'	٤٢	٢٢٥٠
							تنومة	٥٦'	١٨	١٠'	٤٢	٢١٠٠
٨	ظ. الجنوب	٤٠'	١٧	٣٠'	٤٣	٢٠٢٠	الحرجة	٥٦'	١٧	٢٢'	٤٣	٢٣٥٠
٩	تثليث	٣٢'	١٩	٣١'	٤٣	٩٧٥						
١٠	صمخ	٢٠'	١٩	٤٨'	٤٢	١٤٨٠						

\* المصدر : من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ب. حساب المجموع التراكمي لأمطار كل شهر يراد إكمال بياناته بالمحطة التابعة وكذلك المجموع التراكمي لأمطار الشهر المماثل له بمحطة التصحيح خلال الفترة الزمنية المشتركة بين المحطتين.

ج. حساب معامل التصحيح بين المجموع التراكمي لأمطار كل شهر خلال الفترة الزمنية المشتركة بين المحطتين. ويمثل معامل التصحيح العلاقة النسبية بين المجموع التراكمي لأمطار شهر معين بالمحطة التابعة والمجموع التراكمي لأمطار نفس الشهر بالمحطة الرئيسة. ويعبر عن معامل التصحيح للأمطار الشهرية بالمعادلة التالية :

$$\text{معامل التصحيح (أ)} = \frac{\text{المجموع التراكمي للقيم الشهرية للشهر المراد تصحيحه بالمحطة التابعة}}{\text{المجموع التراكمي للقيم الشهرية لنفس الشهر بالمحطة الرئيسة}}$$

د. تقدير القيم الشهرية للشهر المراد تصحيحه بالمحطة التابعة بواسطة المعادلة التالية :

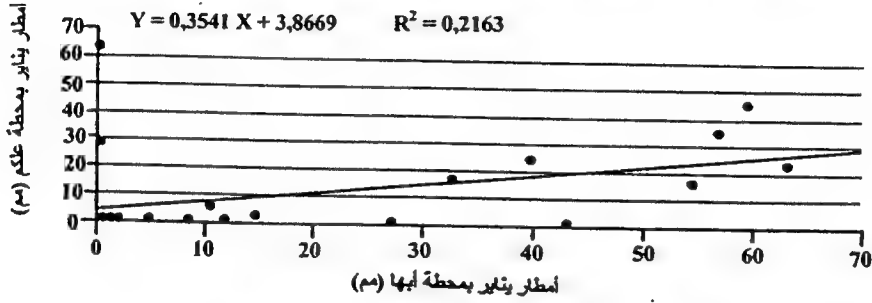
$$\begin{aligned} \text{ع} &= \text{أ} \cdot \text{س} \quad \text{حيث تمثل :} \\ \text{ع} &= \text{قيمة الأمطار الشهرية المصححة في المحطة التابعة.} \\ \text{أ} &= \text{معامل التصحيح.} \\ \text{س} &= \text{قيمة الأمطار الشهرية المسجلة في محطة التصحيح.} \end{aligned}$$

وصححت القياسات الشهرية المفقودة لقياسات الأمطار في بعض محطات الدراسة الملحق (ج) يوضح الخطوات المتبعة في استخدام طريقة تيسن والتراكم المزدوج لتصحيح القيم الشهرية والسنوية لقياسات الأمطار في شهر يناير وأبريل عام ١٩٧٧م في محطة أبها بواسطة قياسات الأمطار في شهر يناير وأبريل عام ١٩٧٧م في محطة علكم.

- وفي المثالين السابقين بلغ معامل الارتباط لبيانات شهر يناير بين المحطتين قبل عملية التصحيح  $R^2 = ٠,٢١٦٣$  شكل (١٢)، وقد ارتفع هذا المعامل إلى  $R^2 = ٠,٢٨٦١$  بعد تصحيح بيانات أمطار شهر يناير لمحطة علكم بواسطة بيانات أمطار شهر يناير لمحطة أبها شكل (١٣)، ثم ارتفع هذا المعامل إلى  $R^2 = ٨٢٠٣$  بعد تصحيح أمطار شهر يناير لمحطة أبها بواسطة مثيلها بمحطة علكم شكل (١٤)، وبعد تصحيح بيانات الأمطار لشهر يناير في المحطتين بلغ معامل الارتباط للبيانات المصححة إلى  $R^2 = ٠,٩٠٩٨$  شكل (١٥).

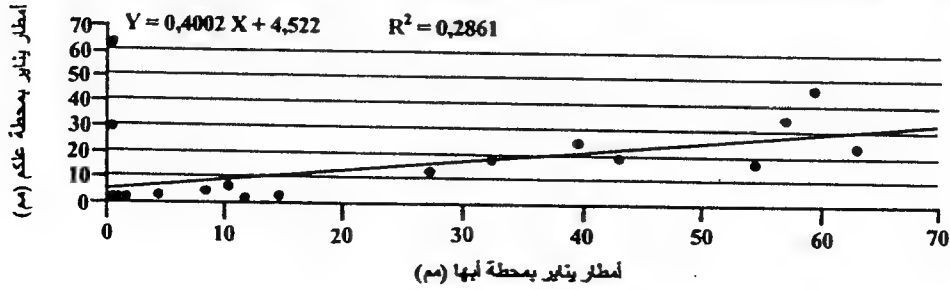
شكل (١٢)

العلاقة بين أمطار شهر يناير بمحطتي أبها وعلم قبل تصحيح بيانات المحطتين.



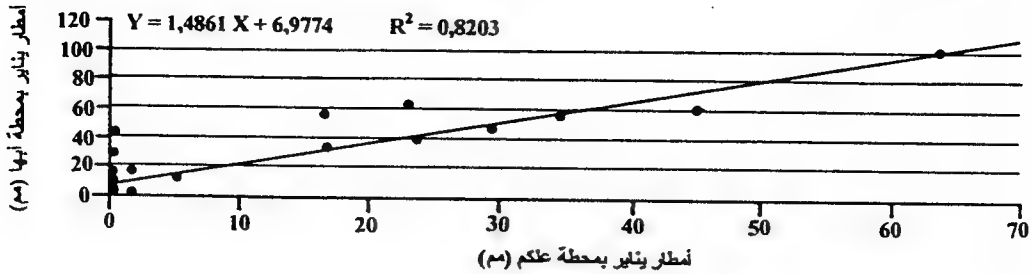
شكل (١٣)

العلاقة بين أمطار شهر يناير بعد تصحيح بيانات محطة علم بواسطة بيانات محطة أبها.



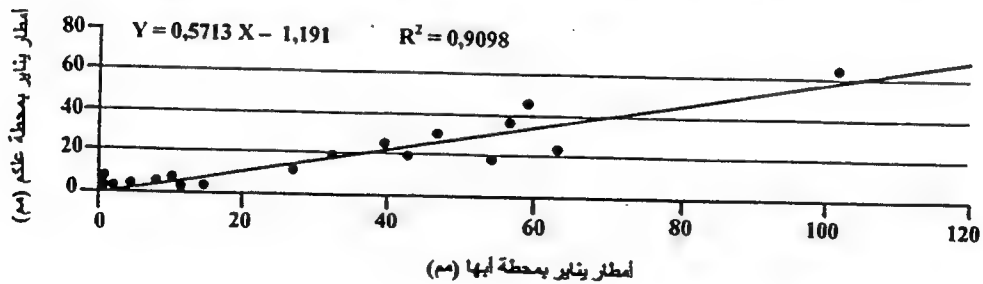
شكل (١٤)

العلاقة بين أمطار شهر يناير بعد تصحيح بيانات محطة أبها بواسطة بيانات محطة علم.



شكل (١٥)

العلاقة بين أمطار شهر يناير بمحطتي أبها وعلم بعد تصحيح بيانات المحطتين.



#### د- مراحل تنفيذ البحث.

يهدف هذا البحث لتحديد العلاقات المكانية والزمنية القائمة بين تغيرات الأمطار وتغيرات عناصر الموازنة المائية من جهة وأنواع الغطاء النباتي من جهة ثانية بالأراضي الجبلية التي تمتد على ارتفاعات تزيد عن ٨٠٠ م بمنطقة عسير. وتعتمد هذه الدراسة في تناولها لهذه العناصر على المراحل الآتية :

##### المرحلة الأولى.

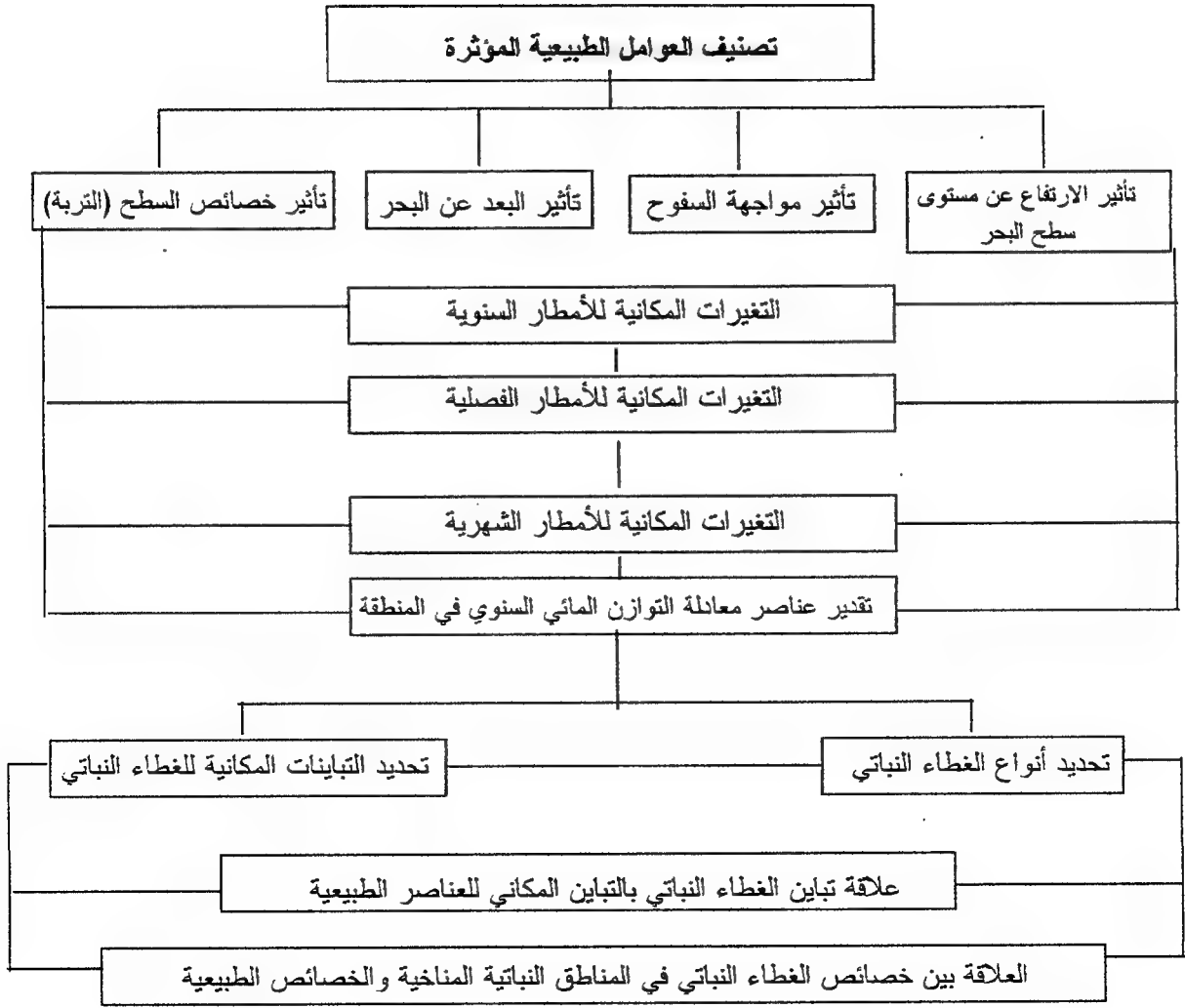
مراجعة واستكمال البيانات المناخية المعتمدة في هذه الدراسة بالمحطات المدروسة اعتماداً على :

- أ. تصنيف المحطات المناخية وقياس الأمطار إلى محطات تابعة ومحطات رئيسة حسب نوعية السلاسل الزمنية شكل (١٠) وطريقة تيسن شكل (١١).
- ب. مقارنة السلاسل الزمنية للبيانات المناخية وقياسات الأمطار للمحطات الواقعة ضمن نفس مجال التأثير المحددة بطريقة تيسن.
- ج. استكمال البيانات المناخية وقياسات الأمطار غير المتكاملة بالمحطات التابعة اعتماداً على بيانات وقياسات المحطات الرئيسة التي تحتوي على بيانات لمدة تمتد من بداية ١٩٦٥ وإلى نهاية ١٩٩٧م.

واستكملت البيانات المناخية وقياسات الأمطار حسب طريقة تيسن وطريقة التراكم المزدوج في تصحيح القيم الشهرية والسنوية للمتغيرات المناخية.

##### المرحلة الثانية.

اعتمدت هذه المرحلة على المنهج الاستقرائي في دراستها لتأثيرات التغيرات الزمنية والمكانية للعوامل الجغرافية والطبيعية كالتبولوجرافية والمناخية والهيدرولوجية على التباين المكاني والزمني للأمطار والعلاقة بين تلك العوامل والتربة ومن ثم أثرها على تنوع وتوزيع الغطاء النباتي في المنطقة وفق التصور التالي.



### المرحلة الثالثة.

اعتمدت هذه المرحلة على التحليل الإحصائي للعلاقات القائمة بين كافة العناصر الطبيعية

المؤثرة من جهة وبين الغطاء النباتي الطبيعي من جهة ثانية. وتناول في هذه المرحلة :

- أ. دراسة الخصائص الإحصائية للسلاسل الزمنية المدروسة.
- ب. تحليل المتغيرات الزمنية للعناصر المناخية المدروسة.
- ج. تحليل العلاقات القائمة بين مختلف التغيرات المكانية والزمنية للبيانات المناخية المدروسة.
- د. تحليل طبيعة العلاقات الموجودة بين التغيرات المكانية للعناصر المناخية والعوامل الطبيعية من جهة وبين التغيرات المكانية لأنواع الغطاء النباتي الطبيعي.

واستخدمت عدة طرق وأساليب إحصائية ونماذج رياضية ملائمة لتقدير التغيرات الزمنية والمكانية المدروسة. وبعد استقراء النتائج بالاعتماد على الأساليب الإحصائية والنماذج الرياضية تم التوصل إلى توصيف دقيق للملامح الجغرافية والمناخية والهيدرولوجية والتربة والغطاء النباتي في المنطقة الجبلية بعسير، والاستفادة من ذلك في تقديم الخلاصة والتوصيات.

واستخدم الأسلوب الكارتوجرافي لتمثيل البيانات الرقمية وإعداد الأشكال والخرائط للعناصر التالية معدلات الحرارة، معدلات الإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع، معدلات الرطوبة النسبية، معدلات الرياح، معدلات التبخر، معدلات الأمطار السنوية والفصلية والشهرية، الشبكة المائية (أحواض التصريف)، وحدات التربة الأساسية، الغطاء النباتي من حيث النوع والكثافة، العلاقة بين الأمطار ومظاهر السطح وأحواض التصريف وأنواع التربة من جهة والغطاء النباتي من جهة أخرى، للتوصل إلى أنواع المناطق النباتية المناخية في المنطقة الجبلية بعسير.

## الفصل الثاني .

### السمات الطبيعية العامة

### والعوامل المؤثرة في المناخ

#### أولاً - السمات الطبيعية العامة.

تعد الخصائص الطبيعية لمنطقة عسير من العوامل المهمة في إبراز سمات المنطقة طبيعياً وبشرياً، ولا سيما التكوين الجيولوجي الذي يعطي تفسيراً لأنواع التضاريس الحالية، كما يساعد في معرفة أنواعها وماهيتها والأسباب التي أدت إلى تكوينها ومعرفة أثرها على استيطان الإنسان بالمنطقة، لأن للتضاريس أثراً كبيراً في الأحوال المناخية والحياة النباتية والحيوانية، هذا إلى جانب تأثيرها على الاستقرار البشري وعلى أنواع النشاط الاقتصادي.

وتشغل المملكة العربية السعودية نحو ثلاثة أرباع مساحة شبه الجزيرة العربية التي كانت تمثل في ما مضى جزءاً من الدرع العربي، الذي كان يمتد إلى سواحل أفريقيا الشمالية الشرقية، إلى أن انفصلت كتلة شبه الجزيرة العربية عن الكتلة الأفريقية بسبب تأثير الحركات التكتونية وأخذت في التزحزح نحو الشمال الشرقي في أواخر الزمن الثالث (عصر الاليجوسين) وقد نتج عن حركة الصفيحة العربية تكوين الأخدود الأفريقي الذي غمرته المياه مكونة ما يعرف حالياً بالبحر الأحمر. وقد أدت الحركات الأرضية المستمرة الناتجة عن نشاط الانكسار الأخدودي السلمي (Graben) وتكوين ما يسمى (Horst) إلى انخفاض طبقات القشرة الأرضية تبعه ارتفاع في الجانبين هما الجانب الغربي للدرع العربي والجانب الشرقي في أفريقيا الوليقي، (١٩٩٧م) ويضم حالياً ما يعرف بمنطقة جبال الحجاز الممتدة من ميناء العقبة في الشمال حتى اليمن في الجنوب التي تقع بها منطقة الدراسة.

وقد صاحب تلك العملية تكون مجموعة من الفوالق والانكسارات التي أثرت في ما بعد على مسارات المياه الجارية السطحية التي شكلت الأودية الجبلية الحالية . وكان لخصائص الصخور النارية والصخور المتحولة المكونة لتضاريس إقليم الدرع العربي أثر واضح في تكوين أشكال سطح الأرض الحالية.

وقد كان للتعرية المائية (التجوية) خلال الفترات المطيرة أثر لا يقل عن خصائص الصخور في تشكيل سطح الأرض إذ أدت عملية تعمق الحفر الرأسية لمياه الأودية في الصخور الجبلية إلى تكوين مجار عميقة وكثيفة شكلت، تدريجياً منذ العصر الرباعي، شبكات مائية تنتظم حالياً على شكل أحواض التصريف محدودة بخطوط تقسيم للمياه واضحة المعالم. سقا، (١٩٩٨م).



### التكوين الجيولوجي في الأراضي الجبلية بعسير.

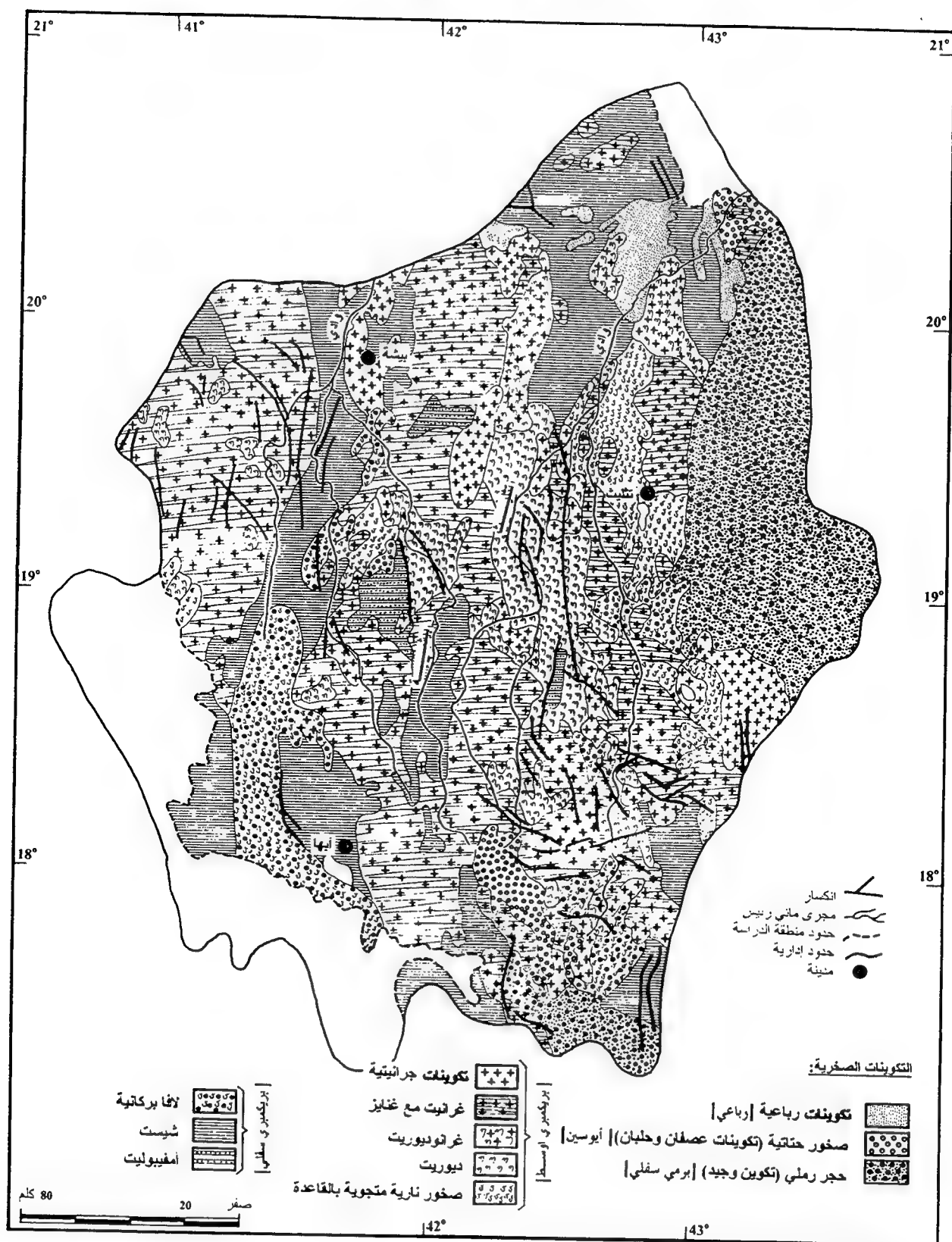
إن إقليم غرب شبه الجزيرة العربية المعروف باسم إقليم جبال الحجاز الذي يحتوي في جزئه الجنوبي على منطقة جبال السروات يعد جزءاً من نطاق الدرع العربي القديم الذي يتكون جيولوجياً من الصخور النارية المتبلورة والصخور المتحولة الصلبة المعروفة باسم الطبقات الأركية القديمة، بمعنى صخور القاعدة. ونظراً لشدة صلابتها فقد تمكنت هذه التكوينات الصخرية من مقاومة حركات الالتواء التي حدثت في العصر الجيولوجي الثالث، إلا أن تلك الحركات أحدثت بها تصدعات وانكسارات سلمية نتج عنها الأخدود الأفريقي الذي يشغله البحر الأحمر. وبعد حدوث عملية الانكسار السلمي ارتفع الجانب الشرقي والغربي للدرع العربي مكوناً الجبال الساحلية على البحر الأحمر في أفريقيا وجبال الحجاز في الجزيرة العربية. وقد تزامن مع عملية التكوين الجيولوجي للأخدود والسلاسل الجبلية حركات زلزالية وخروج مصهورات ومقذوفات بركانية من صخور اللابا غطت مساحات واسعة في منطقة الجبال تعرف اليوم باسم الحرات، خاصة في جبال الحجاز. كما صاحب الحركات التكتونية (الباطنية) أثناء نشأة تلك المرتفعات انتشار الفوالق و الانكسارات على طول امتداد تلك السلسلة الجبلية.

وكانت عمليتا النحت والتجوية بنوعيهما الميكانيكية والكيميائية نتيجة الرياح والمياه تقومان بدورهما في الأجزاء المرتفعة من تلك المنطقة بتوالي العصور الجيولوجية، مما أدى إلى جرف كميات هائلة من المواد الصخرية إلى منطقة الانهدام الرئيس للبحر الأحمر حتى غطيت صخور القاعدة القديمة في المنطقة المجاورة لحافة الانهدام بطبقات من الصخور الرسوبية السمكية ومن التكوينات السطحية التي أحدثتها التكوينات الرباعية شكل (١٦).

ومما تقدم نجد أن منطقة الدرع العربي تحتوي على أرض سلاسل الحجاز التي تقع ضمنها جبال السروات التي تشكل منطقة عسير حوالي (٩٠%) من مساحة أراضيها. وهذا الجزء هو الذي تقع فيه منطقة الدراسة (الأراضي الجبلية في عسير) وتتوزع فيه التكوينات الصخرية بين الصخور النارية (الجرانيت - الجابرو - البازلت - الديوريت - الأنفيبوليت - السيانيت) والصخور المتحولة (الكوارتزيت - الإردواز - النيس - الرخام) وتكوينات الصخور الرسوبية الرباعية. سقا، (١٩٩٨م).

وتعد هذه الصخور ذات قيمة اقتصادية كبيرة لاحتوائها على المعادن الفلزية مثل الحديد والذهب والفضة والأحجار الكريمة مثل الزمرد والزبرجد وغيرها من المعادن المهمة في كثير من الصناعات التحويلية، بالإضافة لأهميتها في زيادة خصوبة التربة، التي تقوم بدور مباشر في دعم النمو النباتي.

شكل (١٦)  
التكوينات الصخرية في الأراضي الجبلية في عسير



المصدر: (1963) Geologic map of arabian peninsula. 1:2000000  
U.S Geological Survey and Arabian American Oil Company.

## التربة في الأراضي الجبلية بعسير.

وتتكون تربة هذه المنطقة من خليط من مفتتات ومشتقات الصخور الآتفة الذكر، ومن خصائصها أنها ذات طبيعة حصوية خشنة مختلطة بشظايا صخرية خاصة تربة التلال والمنحدرات الجبلية، وقد تحللت وتفككت بفعل عوامل التعرية الميكانيكية، بالإضافة إلى التجوية الكيماوية بسبب توفر الرطوبة الجوية من البحر الأحمر القريب من المنطقة مما سهل على المجاري المائية عملية نقلها من أعالي السفوح تحت تأثير الجاذبية الأرضية وشدة الانحدارات الطبوغرافية إلى أقدام الجبال التي انتشرت على شكل مراوح فيضية. وتحتوي المفتتات الصخرية المنقولة و المتفككة على العديد من المعادن التي تكونت بفعل التحلل الكيميائي لمواد الصخور الأصلية وتكون المواد العضوية التي نشأت بفعل تحلل بقايا الغطاءات النباتية التي كانت تغطي الكثير من السفوح أو بقايا الحيوانات التي كانت تعيش في غابات المنطقة . وساعدت كل هذه العمليات الكيميائية بمرور الزمن على تكوين مادة الدبال (Humus) وهي مادة تساعد في تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة وتعمل على زيادة خصوبتها. سقا، (١٩٩٨م).

وتعد منطقة عسير الجبلية من أكثر المناطق عرضة لعوامل التعرية والتجوية نظراً لـ :

- أ - طبيعة التكوين الصخري لتضاريس المرتفعات ودرجة مقاومتها الكبيرة لعملية النحت المائي، مما ساعد هذه التضاريس على المحافظة على صلابتها ووعورتها وارتفاعاتها العالية.
- ب - شدة الانحدارات الطبوغرافية الموروثة عن تكوينات جيولوجية ذات صلابة ومقاومة كبيرتين أدت بمرور الزمن إلى تباين الارتفاعات بين قمم التضاريس وأقدام سفوحها.
- ج - استمرار عملية الرفع التكتوني لتضاريس المنطقة منذ بداية العصر الأول حتى الآن كما دلّ عليه معدل تباعد السواحل الشرقية عن الغربية للبحر الأحمر. الوليعي، (١٩٩٧م).
- د - طبيعة التجوية بنوعها الميكانيكية والكيميائية الناتجة عن اختلاف درجات الحرارة والرطوبة وسيادة عمليات التفطيت الحبيبي للتكوينات الصخرية.

كل هذه الظروف، بالإضافة إلى الظروف المناخية السائدة بالمنطقة منذ فترة الرباعي القديم حتى الآن أدت إلى ظهور مجارٍ مائية شكلت لها بمرور الزمن أودية فيضية تغطي بطونها تكوينات صخرية تُعد من أخصب أنواع التربة الغنية بمادة الدبال. وتشكل هذه المناطق حالياً أكثر المناطق التي تجري فيها مياه الجريان السطحي المحملة بالمفتتات الصخرية والطينية.

ويسود في المنطقة الجبلية بعسير نوع من التربة الصحراوية التي تشتمل على الحمادات والسهول الحصابوية والرمال والأملاح، وتختلف هذه القطاعات من التربة اختلافاً كبيراً في طبقاتها التحتية، وغالباً ما تبدو كسهول حصابوية واسعة وغير مستوية تعترضها التلال

والأخاديد والجداول، كما يتباين تكوين التربة الرملية بين الطفل الرملي والرمال الطفيلية والطيني في شكل كثبان ومنخفضات وسهول رملية حسب الارتفاعات والخصائص الطبيعية وقابلية حركتها وأصلها التكويني. وتتأثر التربة في المنطقة الجبلية بعسير بالمناخ بشكل مباشر وبالغطاء النباتي بشكل غير مباشر الذي يوفر المكونات الحيوية في التربة، كما يرتبط هذا العامل بمظاهر السطح، فغزارة الأمطار على المرتفعات الجبلية في عسير تؤدي إلى تحلل التربة إلى مكوناتها، كما أن جريان الأودية يؤدي إلى جرف التربة من منحدرات الجبال إلى المنخفضات. وللسطح أيضاً دور في توجيه الأودية التي تقوم بدور كبير في نقل التربة وتكوين السهول الفيضية على طول امتدادها مثل وادي بيشة وتثليث.

ومن أنواع التربات السائدة في المنطقة، التربة السمراء (البنية) والتربة الكستنائية (الرمادية) والتربة الغرينية. وتوجد التربة السمراء في المناطق المنبسطة والتلال الشرقية ذات المناخ الرطب في منطقة الجبال، كما توجد مختلطة بالتربة الكستنائية على شكل رقعات متناثرة، تمتاز الطبقة العلوية فيها بغناها بالمواد العضوية المختلطة بالدبال مع بعض المواد المعدنية، ويعتبر هذا النوع من المجموعات الكبرى للتربة المعروفة في مناطق الغابات وتنتشر تحت أشجار العرعر في منطقة الجبال العالية في عسير.

أما التربة الكستنائية فتوجد في المناطق المناخية الرطبة كما في مرتفعات جبال السودة، وهي أقل انتشاراً في المنطقة من التربة السمراء، وتمتاز بتفاعل قلوي يتدرج إلى الطبقة تحت الترابية. كما توجد التربة الغرينية في جميع أنحاء المنطقة ولكن تقتصر على جوانب الأودية في المناطق الجبلية العالية وفي الطبقة العلوية للتربة وبسمك رفيع جداً في أراضي المدرجات الزراعية، وتوجد بكثرة في السهول الفيضية على امتداد الأودية الطويلة مثل وادي بيشة وتثليث، وهي تربة ذات حبيبات ناعمة تتألف من الطمي والرمل والصلصال وغيرها من المواد، ولا تزال تتكون في تلك الأماكن بفعل عوامل التعرية. حيدر، (١٤٠٤هـ).

أما فيما يتعلق بالتوزيع الجغرافي للتربة في المنطقة الجبلية بعسير فنجد أنها تنتشر في أنحاء متعددة مثل بطون الأودية وجوانبها على شكل إرسابات غرينية محمولة بواسطة مياه السهول، وتختلف نسبة الإرسابات في الأودية حسب اتساعها وكثرة أو قلة روافدها وهي ذات سمك كبير نوعاً ما، كما تنتشر التربة في أودية جبال السراة وعلى منحدراتها وفي المصاطب الزراعية التي تحافظ على عدم انحرافها. وتمتاز تربة الجبال بقلة سمكها وتتكون تربة أسفل المنحدرات من تكوينات دقيقة تتخللها بعض الكتل الصخرية المنهارة من أعالي الجبال، وتعتبر التربة فيها من أخصب تربات المرتفعات وتزداد الخصوبة في مناطق الغابات المرتفعة بسبب المواد المتحللة

من الأشجار، كما تحافظ الأشجار على قوامها بعدم انجرافها إلى السفوح الدنيا وتحفظ هذه التربة بقدر من الرطوبة لكثرة سقوط الأمطار.

وتتكون التربة في شرق منطقة عسير الجبلية من الطين والطيني والرمال والحصى التي تملأ بطون الأودية وجوانبها وقد ترسبت هذه التربة عن طريق مياه السيول المتدفقة من المرتفعات الجبلية، ومن الأودية التي تكثر فيها هذه الإرسابات وادي بيشة ووادي تثليث. ويتكون القسم الأعلى من رسوبات الطمي من ذرات دقيقة من الرمال والغرين وتقسّم إلى ثلاثة أنواع:

١- إرسابات السهول الفيضية الموجودة على جوانب الأودية وتتألف من الغرين والرمال الطينية بسمك يتراوح بين ١٠ - ١٢ م وتمتد تحتها طبقة من الرمل والحصى بسمك ١٠ - ٤٠ م.

٢- طمي المسيل ويوجد في بطون الأودية ويتكون من الرمل الخشن والحصى مع أحجار صغيرة متفرقة وصخور، ويتراوح سمكها بين ١ - ٢ م وإلى أكثر من ١٥ م.

٣- مدرج رمل وحصاء ويقع فوق السهول الفيضية ويمتد بصورة متقطعة على امتداد مجاري الأودية وسمكه بوجه عام يقل عن ٨ أمتار. الخطيب، (١٩٨٠م).

وقد أجريت عديد من الدراسات مثل الدراسات التي أجرتها شركة إيطال كونسلت عام ١٩٦٩م وبينت أن طبقات التربة في بيشة تتكون في الغالب من تربة رملية وتربة رملية طفلية، تربة طفلية رملية، وتربة طفلية والطبقة الرابعة تتكون من الحصاء والحصى، أما طبقة القاعدة فتتكون من الصخور الجيرية، أما سطح الهضبة السهلي فيتكون في معظمه من الحصاء المؤلفة من حجارة الكوارتز والصخور النارية والمتحولة وبعض الصخور الجيرية وتتخللها رواسب ناعمة مثل سهل تثليث وبيشة والأراضي السهلية شرق خميس مشيط وحتى تثليث.

وتم عمل دراسات تفصيلية للتربة من قبل وزارة الزراعة والمياه أطلّس التربة (١٩٨٦م)، وتم تغطية المملكة مساحياً — (٢٢٦) خريطة منها ١٨ خريطة بمقياس ١: ٥٠٠٠٠٠ و ٢٠٨ خريطة بمقياس ١: ٢٥٠٠٠٠٠ معتمدة على الخرائط المنتجة من الأقمار الصناعية التي أعدتها وزارة البترول والثروة المعدنية، وصنفت التربة طبقاً للنموذج الأمريكي إلى عدة وحدات وشرحت ٤٩ وحدة خرائطية تنحصر في ٦ درجات طبقاً لمصالحيتها للزراعة.

ومن دراسة الخريطة العامة للتربة في المملكة أتضح أن المنطقة الجبلية في عسير تدرج تحت الدرجة الأولى والثانية والتي تتميز بتربة طميية ورملية عميقة شبة مستوية مع بعض البروزات الصخرية والتي تحتاج غالباً إلى عمليات غسيل وصرف. أطلّس الموارد الأرضية (١٩٩٤م).

### مصادر المياه في الأراضي الجبلية بعسير.

لقد ساعد اعتدال المناخ من حيث درجة الحرارة وكمية الأمطار على حدوث جريان موسمي سطحي في الأودية ذات التصريف الداخلي على السفوح الشرقية الذي أثر في تغذية المياه الجوفية القريبة من السطح وفي الأودية ذات التصريف الخارجي على السفوح الغربية لمرتفعات عسير. وتقسم مصادر المياه إلى قسمين هما :

#### المياه السطحية.

تمثل المياه الجارية على سطح الأرض بعد سقوط الأمطار التي يمكن أن ينشأ عنها جريان سطحي في الأودية والأودية الفرعية والشعاب داخل الأحواض المائية (أحواض التصريف) التي تمثل الموارد المائية السطحية المتجددة التي تتحدر بواسطة خط تقسيم المياه. وينحدر عنده سطح التضاريس بشدة تجاه الغرب وفي اتجاهين أحدهما يمتد حتى خارج منطقة عسير نحو أقدام السفح الغربي للسروات وتجري على سطحه جميع الأودية التي تصب في البحر الأحمر، والاتجاه الثاني تجري معه أودية السفح الشرقي لمرتفعات عسير الجبلية والهضبة الداخلية ويمثل جميع الأودية ذات التصريف الداخلي نحو الشرق وأهمها حوضان مائيان كبيران هما :

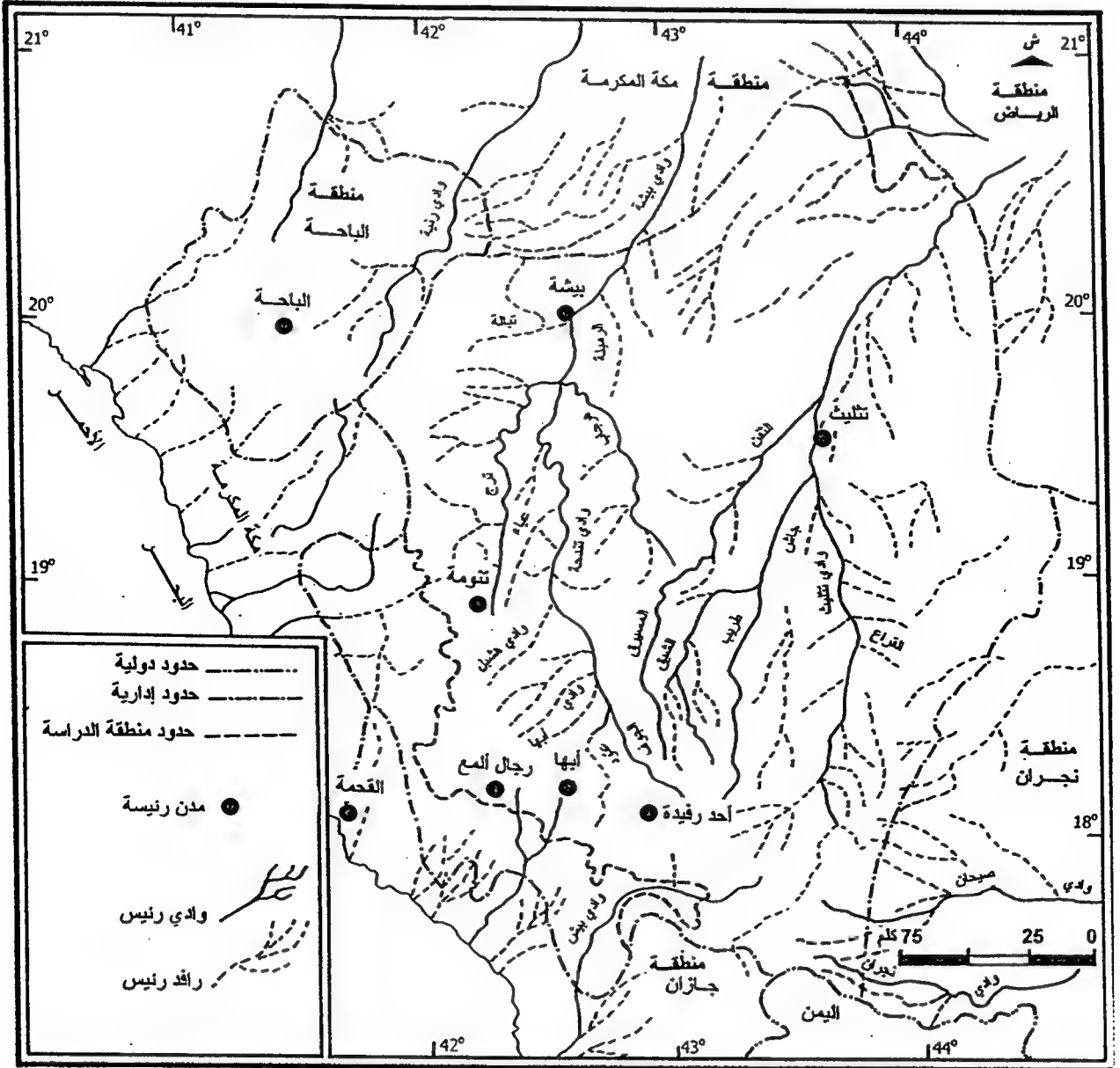
- ١ - حوض وادي تثليث الذي يجري من الجنوب الشرقي نحو الشمال الشرقي بطول يبلغ حوالي ٣٠٠ كم.
- ٢ - حوض وادي بيشة الذي يجري من الجنوب الغربي نحو الشمال الغربي بطول يبلغ حوالي ٤٢٧ كم. الجراش، (١٩٨٢م)، الشريف، (١٩٨٤م) شكل (١٧).

وتفقد معظم هذه الأودية مياهها الجارية بفعل التبخر الشديد والتسرب لباطن الأرض مما يساعد على ارتفاع منسوب المياه الجوفية القريبة من السطح. وكثيراً ما تتجمع هذه المياه في المنخفضات لتغذي مياه الأودية خلال فترات السيول المتدفقة عقب تساقط الأمطار الغزيرة مما يؤدي إلى حدوث أضرار بالمناطق الزراعية والسكنية.

#### المياه الجوفية السطحية.

تتكون المياه الجوفية القريبة من السطح عندما تتسرب مياه الأمطار عبر أقسام الصخور التي تشكل التربة حتى تصل إلى طبقة غير مسامية لتستقر هناك بعيداً عن التبخر في طبقة تعرف باسم الطبقة الخازنة للمياه. وتتأثر المياه الجوفية في عسير بأكثر من عامل أهمها :

شكل (١٧)  
مجري الشبكة المائية في منطقة عسير الجبلية.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000، NE 38-13، NE 38-10، NE 38-6، NE 38-5، NE 38-2، NE 38-1، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م.

■ ترتبط عملية تسرب المياه لباطن الأرض مباشرة بطبيعة السطح في المنطقة، وبما أن منطقة عسير الجبلية تتنوع فيها الطبوغرافيا نظراً لطبيعة التكوين الصخري فإنها تحتوي على تربة يبين عميقة طميية وضحلة ذات نفاذية متوسطة وذات طاقة لتخزين المياه. وتغطي هذه التربة الأراضي المنحدرة على جوانب التلال، والأراضي شبه المستوية على المنحدرات المدرجة والسفوح السفلية.

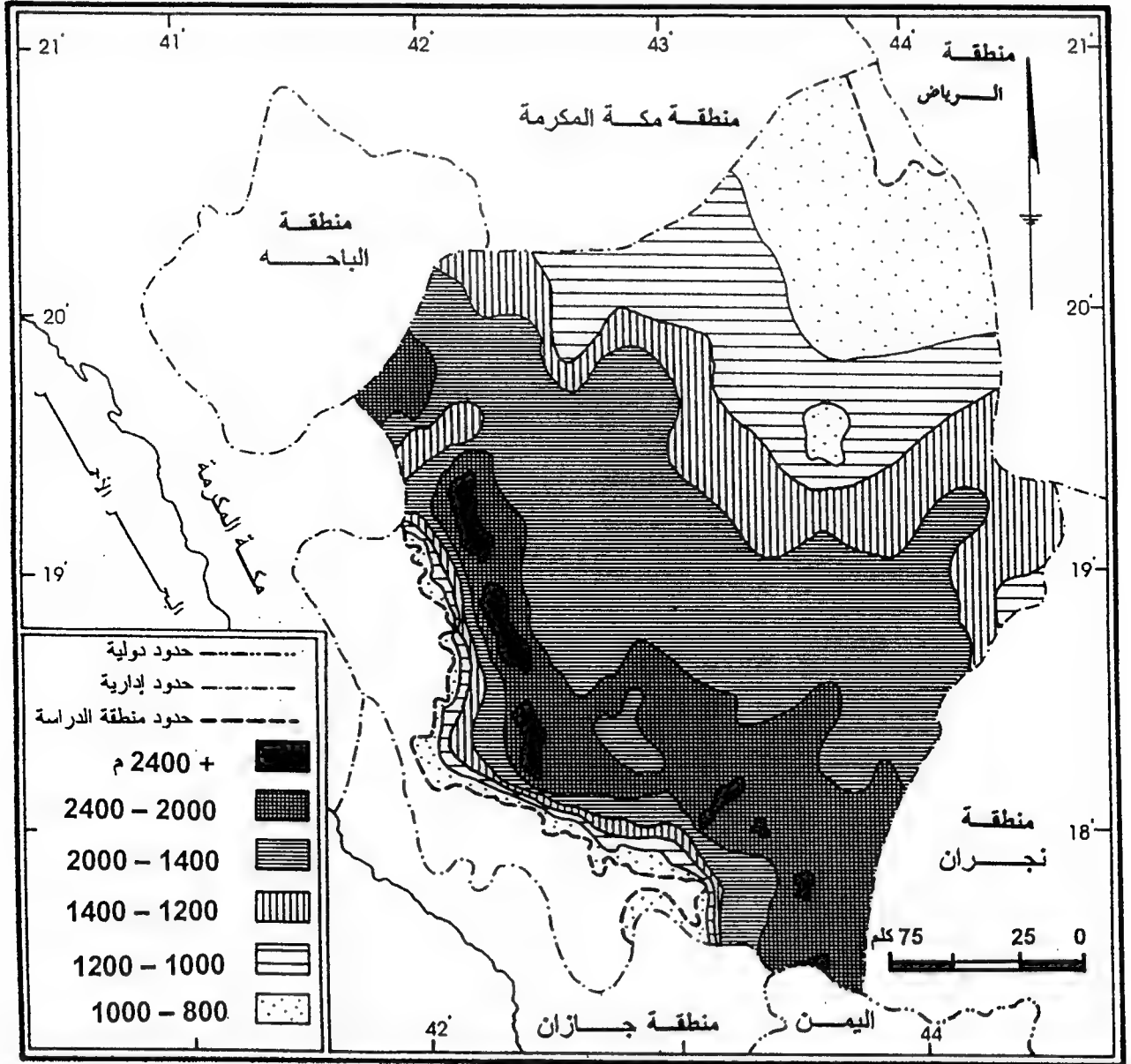
■ ارتفاع كمية الأمطار المتسربة في المناطق المرتفعة التي تتشكل من الأراضي الصخرية ذات التشققات والفواصل والفجوات المغطاة بصخور اللابا المسامية التي تساعد على تسرب مياه الأمطار المتوالية عليها. وبتكرار هذه العمليات بمرور الزمن يرتفع منسوب المياه الجوفية في المناطق المنخفضة (بطون الأودية) التي تغطيها تربة عميقة طميية متوسطة النفاذية ذات قدرة عالية على الاحتفاظ بالماء. ولعل المراوح الفيضانية التي توجد عند منحدرات جبال المرتفعات الغربية والتي تمثل نهاية الانسياب السطحي لمياه الأودية مثال واضح على وجود المياه الجوفية السطحية، حيث تكثر المناطق الزراعية. ويرتبط تجديد المياه الجوفية السطحية، بكمية الأمطار الساقطة، لذلك نجد منسوب الآبار مرتفعاً في تلك المناطق عقب مواسم الأمطار مباشرة. سقاً، (١٩٩٨م).

#### المظاهر التضاريسية في الأراضي الجبلية بعسير.

يعتبر إقليم الجبال الغربي (جبال الحجاز - جبال السروات - جبال مدين) أكثر الأقاليم الطبيعية تميزاً في المملكة لطول امتداده الذي جمع بموقعه الجغرافي ومستوياته المتعددة العديد من المناطق الطبيعية المتباينة من حيث ارتفاع وأشكال السطح والمناخ والمياه الجوفية والنباتات الطبيعية. وتحتل جبال السروات التي تعني الأرض المرتفعة مجموعة المرتفعات التي تمتد من جنوب منخفض مكة المكرمة بارتفاع حوالي ٣٠٠ م حتى المرتفعات الجنوبية الموازية لحدود اليمن في جبل المغامر بفيفا على ارتفاع ١٨١٤ م. ويحدها من الغرب سهل تهامة الساحلي على ارتفاع أقل من ١٠٠ م ومن الشرق كل من هضبة عسير ونجد على ارتفاع يتراوح بين ٩٠٠ و ١٧٠٠ م. وتمتد هذه السلسلة الجبلية بمحاذاة السهل الساحلي والبحر الأحمر بشكل عام من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي بعرض يتراوح بين ٢٥ و ٤٥ كم ويزداد اتساعاً كلما اتجهنا جنوباً. الوليعي، (١٩٩٧م)، شكل (١٨).



شكل (١٨)  
طبوغرافية الأراضي الجبلية في عسير.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000، NE 38-13، NE 38-10، NE 38-6، NE 38-5، NE 38-2، NE 38-1، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م.

### جبال السروات.

وتنقسم جبال السروات إلى قسمين متباينين هما :

#### أ- مرتفعات الحافة الانكسارية.

وهي عبارة عن سلاسل جبلية حادة الحواف (سكنينية)، ترتفع بصورة فجائية من الجبال الساحلية إلى ارتفاع يزيد عن ٣٠٠٠ م كما في قمة جبل السوده وهي أكثر مناطق المملكة ارتفاعاً وأشدّها وعورة، وتطل هذه الحافة بشكل مستقيم مباشرة على السهل الساحلي للبحر الأحمر. وتسمى هذه الحافة بخط الشعاف الانكساري، وهو عبارة عن خط تقسيم المياه في المنطقة، وتعد هذه الحافة جرفاً متراجعاً يتميز بالوعورة وعدم الاستواء بسبب انحداره الشديد وعمقه السحيق باتجاه الغرب. ونظراً لغزارة الأمطار على هذه المرتفعات طوال العام فقد تعرض هذا الخط إلى تعرية مائية شديدة أدت إلى تراجع الرؤوس العليا للوديان نحو الشرق فأصبح متعرجاً، كما حفرت فيه المياه فجوات كبيرة وعميقة جداً (وديان) تعرف حالياً باسم العقبات، أخذت فيها مياه الأودية تتصرف إلى اتجاهين رئيسيين هما :

- \* أودية نظام التصريف الخارجي وتمثله جميع الأودية التي تجري من هذه المرتفعات نحو الغرب قاطعة تهامة عسير وأهمها أودية بيش وعتود وحلى ويبا.
- \* أودية نظام التصريف الداخلي وتمثله جميع الأودية التي تجري من هذه المرتفعات نحو الشرق والشمال الشرقي وأهمها أودية بيشة وتثليث وحبونا. الوليعي، (١٩٩٧م).

#### ب- مرتفعات السروات.

تقع مرتفعات السروات إلى الشرق من مرتفعات الحافة الانكسارية بارتفاعات لا تتعدى ١٥٠٠م. وتتميز هذه المرتفعات بالانحدار نحو الشرق والشمال الشرقي، حيث تصرف مياه السفوح الشرقية لمرتفعات السروات كل من أودية بيشة وتثليث. وتتبع مجاري معظم هذه الأودية من خطوط الفوالق والانكسارات التي توجد في السطح. وتمثل مرتفعات الحافة الانكسارية مع مرتفعات السروات وحدة تضاريسية تشكل النطاق الجنوبي للسروات الذي يتميز بخصائص مهمة جعلت منه وحدة تضاريسية تختلف عن كثير من الوحدات التضاريسية الأخرى بالمملكة مثل : عامل الارتفاع ووقوعها في مهب الرياح الجنوبية الغربية الموسمية، مما جعلها تتلقى كميات مرتفعة من الأمطار عملت على تغذية الأودية بالمياه معظم شهور السنة، كما أن لهذه الأمطار تأثيرات مهمة على نوع وكثافة الغطاء النباتي الطبيعي.

وقد أعطت كل هذه الظروف الطبيعية لجبال ومرتفعات السروات تميزاً واضحاً عن بقية مناطق المملكة المختلفة من حيث النشاطين الزراعي والرعوي. كما تميزت هذه الجبال والمرتفعات بشكل خاص بقيام الزراعات التقليدية التي وجدت لها ظروف ملائمة بالمدرجات

الزراعية التي أقامها الفلاحون على سفوح هذه المرتفعات للحفاظ على التربة الطميية العميقة. ولقد ساعدت خصائص الحرارة المعتدلة خلال فصل الصيف - تحت تأثير عامل الارتفاع - على وجود ظروف سياحية ملائمة تتميز بإمكانات تطور ونمو كبيرين في المستقبل.

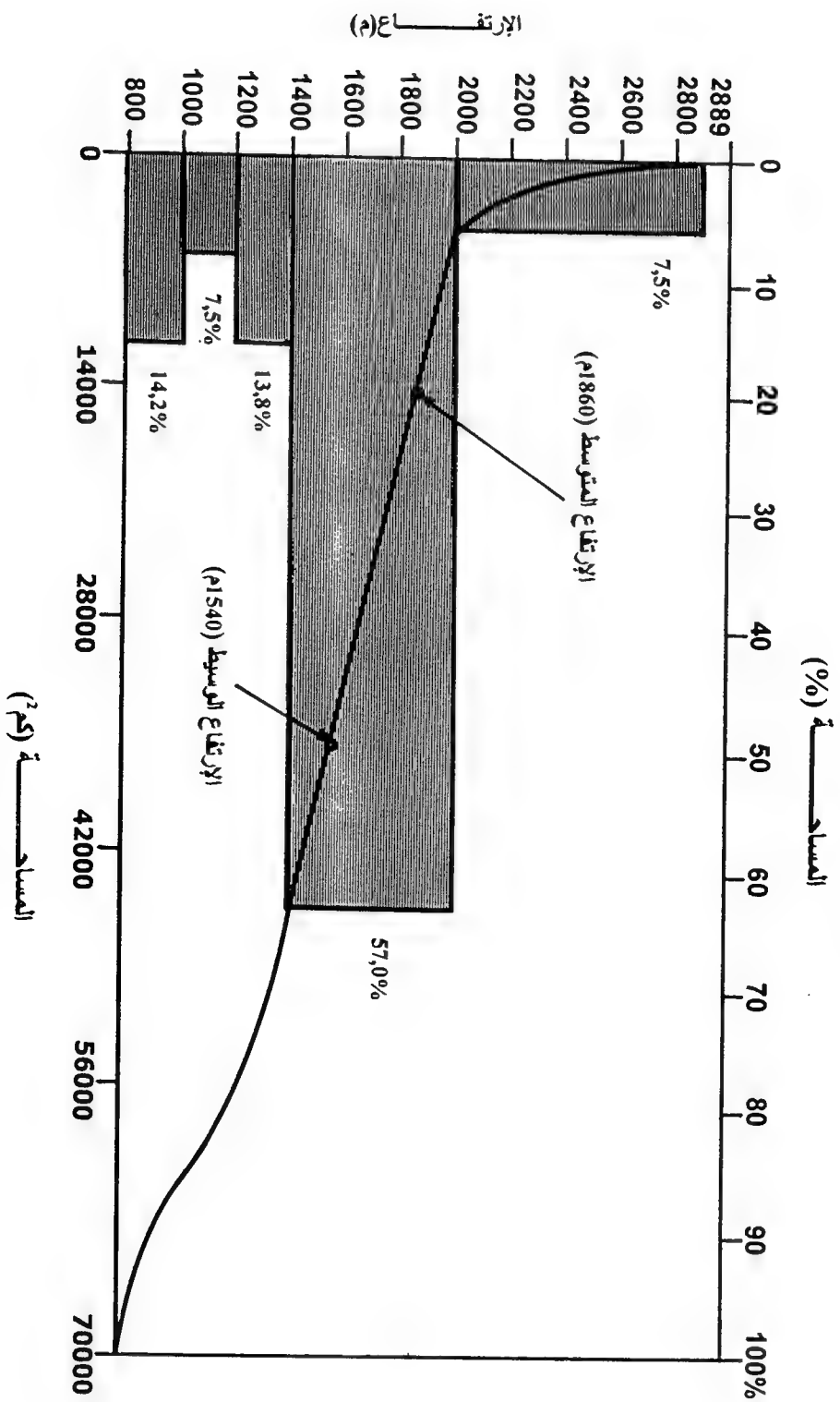
#### هضبة عسير الداخلية.

تقع هضبة عسير إلى الشرق من مرتفعات السروات، وهي تمثل منطقة انتقالية بين الجبال المرتفعة في غربها، وهضبة نجد ذات الانحدار التدريجي في شمالها وشرقها، ويقل متوسط ارتفاعها بصفة عامة عن ١٤٠٠ م فوق مستوى سطح البحر. وهي بهذا الموقع تمثل منطقة ظل المطر للأراضي الجبلية بعسير. وتتحدّر الهضبة بشكل تدريجي من الشمال ومن الشرق نحو الربع الخالي، وهي جزء من السهل التحتاني القديم للدرع العربي، ويتكون سطحها من الصخور النارية المتبلورة والمتحولة، بالإضافة إلى مفتتات المراوح الفيضية وترسبات الأودية الرباعية. هذا وقد عملت التعرية المائية منذ بداية العصر الرابع بفتراته المطيرة على شق مجار واسعة لبعض الأودية، وعلى تقطيعها إلى عديد من الهضيبات والتلال والحافات الصخرية التي أدت إلى وعورة سطحها وظهور بعض الجبال فيها البارزة عما حولها والتي توجد عادةً بين مجاري الأودية كشواهد على تقدم عملية التعرية والسطح القديم، مثل: جبال الوجد وجبال القهرة شرق وادي تثليث. وتجري معظم هذه الأودية شرق الهضبة وأهمها وادي بيشة وتثليث وفروعهما، وهما يُعدان من أكثر أودية المملكة جرياناً نظراً لطبيعة مناخ الهضبة وما تتمتع به من أمطار غزيرة. شكل (١٩).

#### الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة عسير.

تمثل منطقة الجنوب الغربي من المملكة العربية السعودية، وخاصة جبال السروات صورة طبيعية تختلف عن بقية مناطق المملكة من حيث غناها بالغطاء النباتي، ويعزو ذلك أساساً للاختلافات في الظروف المناخية الناجمة عن تميزها التضاريسي من حيث الارتفاع ودرجة الانحدار. ويسود في الأراضي المرتفعة في عسير كالحافات والقمم الجبلية وبعض منحدرات الأودية وبطونها بيئات متعددة لفصائل متنوعة من النباتات على صورة غطاء كثيف من الأشجار والشجيرات والحشائش والأعشاب بشكل دائم يجذب مجموعة كبيرة من الحيوانات والطيور البرية. الوليعي، (١٩٩٧م).

شكل (١٩)  
المنحنى الهيبسومتري لتضاريس الأراضي الجبلية في عسير.



المصدر: من إعداد الباحثة

### العوامل المؤثرة في النبات الطبيعي في منطقة عسير.

يتأثر النبات الطبيعي بنوعين من العوامل المختلفة هي العوامل البشرية المتمثلة في الإنسان ونشاطاته المختلفة بشكل مباشر في قطع الأشجار وحرقها والاحتطاب والرعي الجائر. أما النوع الآخر فهو العوامل الطبيعية والتي سوف نهتم بدراسة في هذا الدراسة، ويتأثر النبات بالعوامل الطبيعية إما بشكل مباشر يتمثل في المناخ بعناصره المختلفة والتربة التي بدورها تتأثر بالمناخ لأنه العامل الأساسي المحدد لنوعها وخصائصها. أو بشكل غير مباشر يتمثل في أشكال مظاهر سطح الأرض المختلفة. وتأثر نمو النبات بعناصر المناخ المختلفة يظهر بشكل ملموس فالماء المتمثل في الأمطار - الندى - الرطوبة النسبية - الضباب والسحاب هو المكون الأساسي لأجسام النباتات الخضراء ، كما أن له دوراً حيوياً في تنظيم درجة حرارته حيث يمتص الحرارة المتولدة عن العمليات الكيميائية ويستنفذ جزءاً كبيراً من هذه الحرارة في تحويل الماء السائل إلى بخار ماء في عملية النتج التي تساعد على تخفيض حرارة أوراق النباتات، بالإضافة لأهميته في العديد من عمليات النمو مثل عملية البناء الضوئي والتكاثر والانتشار. ورغم أن صورة الماء المترسب (الأمطار - الثلج - البرد) له تأثير مباشر على النبات إلا أن الصور الأخرى للماء سواء المرئية منها كالسحب والضباب والندى أو غير المرئية كالرطوبة لها أهمية كبيرة في حياة النبات أيضاً. وكما تؤثر الصور المختلفة للرطوبة في النبات فهي تتأثر بنوعيته وكثافته من خلال عمليات النتج التي يقوم بها حيث يعمل على رفع نسبة بخار الماء في الهواء المحيط بالمنطقة الذي يساعد على حدوث ظاهرات التساقط. وللحرارة كذلك دور مهم في نمو النبات من حيث التأثير على جميع وظائفه الحيوية مثل التنفس والامتصاص والنتج. مجاهد، (١٩٩٥م).

وتعد التربة العامل الثاني المؤثر في نمو النبات ، فالتربة أساس الحياة للنبات لأنها تشكل الوسط الذي يثبت فيه كما تمدّه بالماء والعناصر الغذائية المذابة كالألاح المعدنية والمواد العضوية اللازمة لنموه ، وبجانب هذه العوامل المؤثرة في النبات نجد أن التضاريس أيضاً من العوامل المؤثرة بشكل غير مباشر في توزيع نوع النبات ، ونظراً لتباين التضاريس في منطقة عسير بين جبال السروات والهضاب الداخلية تدرج الغطاء النباتي من الغابات الشجرية التي تنمو في المستويات العالية وتزيد على ١٦٠٠ - ٣٠٠٠ م كما في السودة وتمنية الحجلة حتى تصل إلى مستوى أقل كثافة من الأشجار والشجيرات والحشائش والأعشاب المنفردة أو المتجمعة في بعض الوديان أو على جوانبها. الشريف، (١٩٨٤م).

## أنواع النبات الطبيعي في منطقة عسير.

يتنوع الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة السروات نظراً لتأثره بالعوامل الطبيعية، حيث تشير الدراسات التي تمت من قبل وزارة الزراعة والمياه (١٤٢٢هـ)، إلى إمكانية تحديد ثلاثة أنواع مميزة كالتالي :

### أ- نباتات منطقة الغابات.

تنتشر نباتات منطقة الغابات على ارتفاعات بين ١٠٠٠ - ٣٠٠٠ م، حيث الظروف المناخية ملائمة بالنسبة لغزارة الأمطار في أغلب فصول السنة وخاصة في فصل الصيف لأن هذه السلاسل تشكل الواجهة الجبلية المرتفعة التي تصطدم بالرياح الموسمية الرطبة، بالإضافة لانخفاض درجة الحرارة وتكون السحب والضباب، كما أن الأشجار تساعد بدورها في تلطيف البيئة المحلية وخفض التبخر وتوفر مصدراً دائماً لرطوبة نسبية عالية، وتكون أشجار الغابات فيها غالباً مستقيمة الجذوع مرتفعة وضخمة ومتقاربة جداً، بحيث تتشابك أجزاؤها العليا، وتنقسم الغابات الطبيعية إلى قسمين. وزارة الزراعة والمياه (١٤٢٠هـ) شكل (٢٠) هما :

#### ١- الغابات الجبلية.

يغطي حزام المرتفعات الشاهقة بين ١٥٠٠م-٣٠٠٠م فوق مستوى سطح البحر غابات كثيفة دائمة الخضرة *Evergreen Coniferous Forests* في ألبها وبللسمر وصبح بللحمر وسبت العلايا والنماص وتمنية وتنومة وفي الوديان العميقة حيث وعورتها وصعوبة الوصول لها أدى إلى حمايتها بصورة جيدة من الانقراض، وتتكون مجموعة نباتات الغابات الجبلية من غابات العرعر *Juniperus spp.* وغابات الزيتون البري (العتم) *Olea Africana* والفسق البري *Pistacia palaestina* وبعض الصنوبريات *Cyperess*، وتنمو الأشجار في هذه المجموعة على المنحدرات الشرقية المنحدرة تدريجياً بشكل أفضل من المنحدرات الغربية الشديدة الانحدار التي تنمو في شكل أحزمة ضيقة حيث التربة عميقة. وتنقسم هذه الغابات بأنها غابات كثيفة حيث يزيد عدد الأشجار فيها عن ١٠٠ شجرة في الدونم. حيدر، (١٩٨٧م)، بادي، (١٩٩٧م).

#### ٢- الغابات بالجبال قليلة الارتفاع.

يغطي هذا النوع المنحدرات الجبلية التي يتراوح ارتفاعها بين ١٠٠٠ - ١٥٠٠م فوق مستوى سطح البحر، وهي غابات متساقطة الأوراق *Decidious Forests* وتتكون من مجموعات نباتية مختلفة وهي ذات كثافة متوسطة يقل فيها عدد الأشجار عن ١٠٠ شجرة في الدونم، وتبدأ مباشرة عند حافة غابات الزيتون ثم تواصل انتشارها نحو الهضاب الداخلية بصورة أقل كثافة، وتأخذ كثافة الأشجار بالزيادة كلما قلت المسافات بينها وفي الوديان العميقة وبعض المواقع ذات التربة العميقة نوعاً ما عند سفوح التلال والمنحدرات البسيطة وعلى مجاري الأنهار.



وتتكون مجموعة نباتات هذه الغابات من التشكيل النباتي المكون من أشجار نصف شوكية كالأكاسيات والبلسم *Acacia-commiphora scrub* والعوسج *Lycium shawii* والسرر *Maerua crossifolia* و *Ziziphus spina-christi* وبعض أشجار الطرفيات كالأثل العربي *Tamarix spp.* وقد يتجمع نوع أو نوعان من أشجار الأكاسيات في بعض الوديان وتشكل أدغالاً متجانسة عند ارتفاع أقل من ١٠٠٠ م مثل مجموعات الطلح التي تضم *Acacia hamulosa*, *Acacia ethbica*, *Acacia asak* ومجموعات البلسم التي تضم *Commiphora apobalsamum*, *Commiphora myrrha* وبعض الأنواع المصاحبة مثل الشث *Dodunea viscosa* والطباق *Psiadia arabica* وغيرها. وزارة الزراعة والمياه، (١٤٢٠هـ).

وتشبه أشجار مناطق الغابات المرتفعة في السروات الغابات المحيطة بحوض البحر الأبيض المتوسط، وكذلك المتبقية في شرق أفريقيا، مما يؤكد الاتصال القديم بين شبه الجزيرة العربية وقارة أفريقيا وشبه القارة الهندية (أراضي جندوانا القديمة) وتنتج هذه الغابات كميات كبيرة من المواد العضوية بشكل موسمي، مما يساعد على تحسين خواص التربة في المنطقة، كما تساعد جذور الأشجار على استقرار التربة وتقلل من انجرافها، وتوفر بعض أوراق الأشجار سطحاً واسعاً يظهر عليه الندى والضباب الكثيف للذان يؤدي تكتفهما إلى توفير رطوبة دائمة طوال العام.

وتظل منطقة الغابات في السروات تمثل بيئة طبيعية مهمة للترفيه عن السكان المحليين والزائرين من المناطق الأخرى داخل المملكة وخارجها لأنها تمثل غابات من الدرجة الثالثة ووظيفتها وقائية أكثر منها تجارية وصناعية.

#### ب- نباتات منطقة الحشائش.

تمثل منطقة الحشائش جزءاً واسعاً من سروات منطقة عسير، بالإضافة إلى المساحات التي تفصل بين أشجار الغابات خاصة بين أشجار الأكاسيات *Acacia spp.* وأنواع الأثل *Tamarix spp.*، وتختلف أنواع الحشائش من مكان لآخر حسب ارتفاع المنطقة ولكن تعد أحواض الأودية ونهاياتها المنحدرة من الجبال من أغنى مناطق الحشائش كماً وكيفاً بالإضافة لبعض الأشجار التي تستفيد من تجمع المياه. وتغطي مناطق الجبال العالية الحشائش الألبية الحقيقية بينما تنتشر في الأودية أنواع أخرى مثل القرنفل البري *Diantus uniflorus* والبعيثران *Artemisia abyssinica* والأقحوان *Anthemis yamensis* وبعض النباتات الزاحفة من فصيلة المرار و الناقوسية و جميعها ذات أزهار جميلة متعددة الألوان وجذورها طرية، كما توجد مجموعة الزنبقيات المزهرة *Liliaceae* وهي حشائش قصيرة و شوكية وأيضاً



مجموعة البقليات Leguminosae ذات الأزهار البيضاء وحشائش الخبازيات Malvaceae التي تنمو في المناطق المرتفعة، وتظهر أيضاً عشرات الأنواع من نبات السرخسيات Filicenes مثل الكزبرة Coriandrum وذب الحسان Equisetum على سفوح المنحدرات الغربية. ويتراوح استخدام الأهالي لتلك الحشائش بين الأغراض الطبية والزينة ومناطق للرعي، وتتسم منطقة الحشائش بأنها أقل كثافة من منطقة الغابات. الشريف، (١٩٨٤م).

#### ج- نباتات منطقة الصحاري.

تتغير الكثافة النباتية في هذه المنطقة عن المناطق السابقة نظراً لتغير مظاهر السطح والظروف والخصائص المناخية المواتية له، حيث تمثل أقل المناطق النباتية كثافة. وتنتشر النباتات الصحراوية في شرق مرتفعات منطقة عسير في عدد محدد من الأنواع التي توجد على شكل أعشاب وأشجار شوكية ونصف شوكية لكنها استطاعت التكيف والتأقلم مع الظروف البيئية من حيث تحمل درجات الحرارة وقلة الأمطار، حيث تقترب المنطقة من سيطرة الكثبان الرملية القريبة من الربع الخالي. وأهم هذه الأنواع نخيل التمر Phoenix dactylifera من الفصيلة النخيلية والصبابر Aloerubra violacea واللبن Euphorbia sp. وأشجار المر Commiphora sp. وجميع هذه الأنواع اعتمدت على جذورها الطويلة في الحصول على الرطوبة الباطنية من الأرض وعلى التقليل من التبخر والنتح لقلة أوراقها وصغر حجمها وتحور بعضها إلى أشواك، أما الأعشاب فجميعها حولية أو موسمية تستطيع أن تنهي دورة حياتها في مدة قصيرة تنتهي بانتهاء موسم الرطوبة المتاحة مثل كف مريم Anastatica hierochuntica L وهو من النباتات الكوزية التي تسقط أوراقها في فصل الجفاف وتنطوي أغصانها وتذروها الرياح ولا يبقى منها إلا قرون مغلقة على البذور تستعيد دورة حياتها وتفتح حينما تصلها رطوبة الموسم التالي للأمطار. وكذلك نبات الشيكوريا Cichorium bottae وهو نوع من البقلة البرية ذات الزهور الزرقاء والتي ليست لها ساق وتظهر على شكل باقات كثيفة فوق الصخور. الشريف، (١٩٨٤م).

#### ثانياً - العوامل الجغرافية المؤثرة في المناخ.

إن دراسة خصائص الأمطار في منطقة عسير الجبلية تتطلب استعراض السمات المناخية العامة المميزة لها والعوامل المؤثرة فيها. وتتضمن العوامل المؤثرة في مناخ المنطقة الجبلية بعسير عوامل جغرافية وأخرى ديناميكية كما هو الحال بالنسبة لأي إقليم آخر، إلا أن هذه الدراسة ستتركز على الخصائص التي جعلت للعوامل الجغرافية دوراً محدداً لمناخ المنطقة

المطري الناشئ عن ديناميكية مستتبة بأصولها ، لأنها ثابتة لا تتغير من وقت لآخر، ولكن تأثيرها يختلف من مكان لآخر. وهذا ما يحتم بدء المناقشة بالعوامل الجغرافية التالية :

### الموقع الفلكي.

إن موقع المنطقة الجبلية بعسير في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية على شبكة العرض والطول (الفصل الأول) جعلها في المنطقة المدارية ضمن منطقة المرتفع دون المداري، هذا الموقع جعلها بعيدة عن مناطق نشوء ومسارات التيارات الاضطرابية الرئيسية والثانوية في العالم ويتميز موقعها بالاستقرار والهدوء النسبي، إلا في حالة نشاط عمل المنخفضات الجوية عبر آليات البحر الأبيض المتوسط التي بدورها ترتبط بالآليات القطبية لنصف الكرة الشمالي، فالقرب الطولي والعرضي للبحر الأبيض المتوسط من المنطقة أدى إلى شدة تأثرها به.

والموقع الفلكي هو الذي يحدد طول الليل والنهار على مدار الفصول المختلفة، وكذلك زاوية ميل أشعة الشمس التي تتحكم في كمية الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض، حيث يختلف معدل الإشعاع باختلاف زاوية السقوط. ولذا نجد أن أشعة الشمس تتعامد على مدار السرطان بينما يزيد مقدار زاوية ميل أشعتها تدريجياً كلما اتجهنا جنوب أو شمال هذا المدار فتصل لمنطقة عسير الجبلية بين شبه عمودية ومائلة، مما يؤدي إلى زيادة طول فترة سطوع الشمس وبالتالي ترتفع درجة الحرارة صيفاً في الأودية والأراضي شبه المستوية مقارنة بالمناطق الجبلية المرتفعة. وترداد زاوية ميل الشمس في فصل الشتاء، وبالتالي تقل فترة سطوع الشمس مما يؤدي إلى انخفاض درجات الحرارة بشكل ملموس في المنطقة. ويؤثر الاختلاف الفصلي في كمية الإشعاع الشمسي على نسبة تسخين سطح الأرض نتيجة لامتناعه الطاقة الحرارية الساقطة من الشمس وكذلك في نسبة تسخين الهواء الملامس فيؤدي إلى اختلاف في نشاط مراكز الضغط السائدة صيفاً وشتاءً وبالتالي تنوع في الكتل الهوائية التي تسيطر على المنطقة. ويعد التعامل المشترك بين الكتلة المدارية البحرية والكتلة المدارية القارية أساساً لتوليد الأمطار على المنطقة في فصل الصيف بينما ترتبط أمطار فصل الشتاء بتردد انسياح الكتلة شبه القطبية القارية والكتلة شبه القطبية البحرية على المنطقة وتلاقيها مع الكتل الحارة المدارية القارية أو البحرية. أبو العطا، (١٩٩٤م).

ومع أن امتداد منطقة عسير قرابة (٤) عرضية على شكل مضلع غير منتظم الشكل يحتوي في طرفه الغربي على جزء من أهم ظاهرة تضاريسية في المملكة وهي سروات عسير وما تتميز به من امتداد وارتفاع كبيرين أديا إلى تباين الخصائص المناخية من حيث الحرارة

والرطوبة واختلاف كميات الأمطار بين أجزائها الشرقية والغربية. ورغم ذلك يظل تأثير الموقع الفلكي محدوداً قياساً بعاملَي التضاريس والموقع الجغرافي.

### الموقع الجغرافي.

ونعني به موقع المنطقة الجبلية بعسير بالنسبة لما يحيط بها من المسطحات المائية والكتل اليابسة، إذ تقع منطقة عسير الجبلية شرق ساحل البحر الأحمر، وهو بحر ضيق يقتصر تأثيره على المنطقة الساحلية المجاورة، وترجع تأثيرات البحر الأحمر المحدودة لضيقه من جهة وموازاة السروات له، مما جعلها تشكل حاجزا جبليا يحول دون وصول هذه التأثيرات إلى الهضاب الداخلية. كما أن قلة ارتفاع منطقة الهضاب الداخلية ساعدت على زيادة القارية وأدت إلى تعرضها لبعض الكتل الساخنة في فصل الصيف. أما تأثيرات مياه الخليج العربي وبحر العرب فهي الأخرى قليلة على المنطقة، في حين نجد أن أكثر المسطحات المائية تأثيراً على مناخ المنطقة الجبلية بعسير هي المسطحات المائية البعيدة الواسعة المتمثلة في المحيط الهندي والبحر الأبيض المتوسط لأنهما يقومان بتزويد الكتل الهوائية بنوعيتها بكميات كبيرة من الرطوبة تصل المنطقة، كما أن الرياح الموسمية الجنوبية الغربية تجلب على منطقة عسير رطوبة المناطق الاستوائية. وقد ساعد امتداد البحر الأحمر من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي بموازاة جبال السروات وبالقرب من البحر الأبيض المتوسط على وصول بعض الكتل الهوائية وعبور المنخفضات الجوية المتقدمة في شرق البحر الأبيض المتوسط والتي تصل تأثيراتها دائرة عرض ١٧ شمالاً.

وتتأثر المنطقة أيضاً في فصل الشتاء تأثيراً كبيراً بالكتل اليابسة المحيطة بها من الشرق ومن الغرب، وتتمثل كتل اليابس الشرقية في المساحات الشاسعة للجزيرة العربية التي لا يفصلها عن بقية أجزاء آسيا سوى الخليج العربي، حيث تتعرض لهبوب الرياح الشمالية الشرقية الجافة الباردة في الشتاء والرياح الشمالية الشرقية الجافة الحارة في الصيف. ويظهر أثر صحاري شبه الجزيرة العربية (الدهناء - الربع الخالي) بوضوح في اتجاهات الرياح وإثارة الغبار والأتربة. أما كتل اليابس الغربية فتتمثل في المساحات الشاسعة لليابس الأفريقي التي تحد البحر الأحمر من الغرب وتؤثر في مناخ منطقة جبال السروات، ومن أبرزها تأثيرات منخفض السودان الموسمي وتأثيرات منطقة الضغط الموسمية الصيفية والشتوية المتمركزة على الصحراء الكبرى التي يزحف أثرها ويسيطر على المنطقة رغم وجود البحر الأحمر الذي لا يساهم إلا بنسبة ضئيلة في تغيير أو انحراف تلك التأثيرات. الشريف، (١٩٧٦م)، حبيب، (١٩٨٩م).

## التضاريس.

تؤثر التضاريس بواسطة ارتفاعاتها المختلفة في مناخ منطقة عسير الجبلية، كما يتجلى ذلك من خلال التوزيع المكاني للحرارة و الأمطار بالسفوح التي تميزها اختلافات مستويات التضاريس. بالإضافة إلى امتداد الجبال طويلاً وعرضاً مع فوارق تضاريسها وقممها إلى جانب توجيهها بالنسبة للظواهر الديناميكية للطقس، كالأمطار والرياح التي لها آثار مهمة على مناخ المنطقة "إقليمياً ومحلياً". ويسود السروات بمنطقة عسير المدارية نظام فريد للأمطار يميزها عن باقي مناطق المملكة العربية السعودية. كما تتميز هذه الوحدة التضاريسية المتجانسة عن غيرها من الوحدات التضاريسية بعدة خصائص مهمة منها عامل الارتفاع الذي يلعب دوراً أساسياً في انخفاض درجة الحرارة جدول (٦). فبمقارنة محطتي النماص وتثليث المتقاربتين من حيث الموقع على خط العرض والمختلقتين كثيراً من حيث الارتفاع عن سطح البحر يتبين، بجلاء، أثر عامل الارتفاع على الاختلافات في الطقس والمناخ، فقد بلغ معدل الحرارة السنوي ٢٥,١ م° في تثليث التي تقع على ارتفاع ٩٧٥ م، بمسافة ٢٨٨ كلم بعيداً عن تأثيرات البحر الأحمر بينما لا يتجاوز هذا المعدل ١٥,٧ م° في النماص التي تقع على ارتفاع ٢٦٠٠ م وتبعد بمسافة ١٣٣ كلم عن البحر الأحمر. كما أن امتداد هذه الجبال من الشمال إلى الجنوب يشكل حاجزاً جبلياً أمام توغل تأثيرات البحر الأحمر إلى إقليم الهضاب الداخلية، وعليه فإن متوسط الحرارة يرتفع تدريجياً كلما توغلنا نحو السفوح الشرقية بمرتفعات عسير أو كلما تناقص ارتفاع المحطة المناخية وقد تؤدي اختلافات الحرارة إلى حدوث تغيرات في الضغط الجوي ونسبة الرطوبة وكميات الأمطار و حركة الرياح. المولد، (١٩٨٣م).

ولا يقف تأثير هذه المرتفعات بعلوها وامتدادها حاجزاً يمنع تأثيرات البحر الأحمر من الوصول إلى الهضاب الداخلية فقط، بل هو كذلك حاجز يمنع التأثيرات القارية للرياح الشمالية والشمالية الشرقية الباردة من الوصول إلى السهل الساحلي، ويقلل من فرصة تأثير الرياح الشمالية الغربية في المنطقة. ويمثل امتداد خط تقسيم المياه للسروات الحد الفاصل بين السفوح الغربية المواجهة للرياح، نظراً لتعامدها على خط هبوب الرياح الغربية والجنوبية الغربية والسفوح الشرقية التي تشكل الهضبة الداخلية وهي منطقة ظل المطر بالنسبة للرياح المحملة بالأمطار التي تتساقط على المنطقة. ولذا نجد أن معدل الأمطار السنوي الفعلي يصل في محطتي النماص وأبها الجبليتين إلى ٤٧٤,٩ مم و ٣٧٨,٧ مم على التوالي في حين ينخفض هذا المعدل بوضوح على السفوح الداخلية حيث لم يتجاوز معدل الأمطار السنوي الفعلي ١٤١,٧ مم و ١٣٤,٤ مم بمحطتي كل من بيشة وتثليث على التوالي الواقعتين في ظل المطر. كما يتضح أثر ارتفاع وامتداد التضاريس الجبلية في منطقة سروات عسير في توزيع المعدلات الفعلية للأمطار فصل الصيف حيث لا تحظى بيشة وتثليث إلا بالنزر اليسير من هذه الأمطار بمعدل ٢٥,٣ مم

جدول (٦)

معدل درجة الحرارة في الشهرية والعظمى والصغرى والسنتوية في المحطات المناخية ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

المحطة	الارتفاع (م)	المحلات	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	م/السنوي
أبها	٢٢٠٠	المعدل	١٢,١	١٤,٢	١٦,٣	١٨,٠	٢٠,٨	٢٣,١	٢٣,٨	٢٢,٢	٢١,٤	١٨,١	١٥,٤	١٣,٦	١٨,٢
		المظلي	١٩,٨	٢٠,٧	٢٢,٩	٢٤,٦	٢٧,٨	٣٠,٣	٣٠,١	٢٩,٩	٢٨,٨	٢٥,٧	٢٢,٦	٢٠,٥	٢٥,٣
		الصغرى	٦,٨	٨,٤	١٠,٤	١١,٦	١٣,٧	١٥,٥	١٥,٨	١٥,٦	١٣,٦	١٠,١	٧,٥	٦,٥	١١,٣
		المعدل	١٧,٨	١٩,٥	٢٣,٠	٢٥,٨	٢٩,٠	٣٠,٧	٣١,٢	٣١,٣	٢٨,١	٢٣,٦	٢٠,٤	١٨,٢	٢٤,٩
		المظلي	٢٦,٠	٢٨,١	٣١,١	٣٣,٧	٣٧,٠	٣٩,٣	٣٩,٢	٣٩,٢	٣٧,٠	٣٣,٨	٢٩,٢	٢٦,٨	٣٣,٣
بشة	١٠٢٠	الصغرى	٩,٠	٩,٨	١٠,٨	١٢,٥	١٤,٨	١٧,٥	٢٠,٦	٢١,٧	٢٣,٠	٢٤,٤	٢٦,٢	٢٩,٠	١٦,٢
		المعدل	١٧,٨	١٩,٩	٢٣,٦	٢٦,٢	٢٩,٣	٣٠,٩	٣١,٨	٣١,٧	٢٨,٦	٢٣,٩	١٩,٧	١٧,٧	٢٥,١
		المظلي	٢٥,٨	٢٨,٥	٣١,٥	٣٣,٤	٣٧,١	٣٩,٢	٣٩,٤	٣٩,٣	٣٧,٢	٣٣,٩	٢٨,٨	٢٦,٠	٣٣,٣
		الصغرى	٩,٣	١١,٧	١٦,٢	١٩,٠	٢٢,٩	٢٦,٢	٢٥,٤	٢٣,٨	٢٢,٦	٢٠,٦	١٤,٨	٩,٢	١٧,٠
		المعدل	١٣,٥	١٥,١	١٧,٢	١٨,٦	٢١,٤	٢٣,٥	٢٣,٥	٢٣,٠	٢٢,١	١٨,٧	١٥,٩	١٤,٢	١٩,٢
خميس مشيط	٢٠٩٥	المظلي	٢١,٦	٢٢,٨	٢٤,٩	٢٦,٢	٢٩,٦	٣١,٦	٣١,١	٣١,٤	٣٠,٠	٢٦,٨	٢٤,٤	٢٢,٥	٢٦,٩
		الصغرى	٦,٥	٨,١	١٠,٦	١١,٨	١٣,٨	١٥,٥	١٦,٣	١٦,٠	١٣,٨	١٠,٠	٧,٧	٦,٥	١١,٤
		المعدل	١٣,٠	١٣,٤	١٦,٠	١٧,٨	٢٠,٦	٢٢,٢	٢٢,٦	٢٢,١	٢٠,٩	١٨,٠	١٤,٩	١٣,١	١٧,٩
		المظلي	١٩,٨	١٩,٨	٢٢,٠	٢٣,٩	٢٦,٧	٢٨,١	٢٩,٠	٢٨,٨	٢٦,٤	٢٣,٩	٢١,٦	٢٠,١	٢٤,٢
		الصغرى	٦,٢	٧,٠	٩,٩	١١,٥	١٤,٥	١٥,٥	١٦,١	١٦,٢	١٤,٥	١٢,١	٨,١	٦,١	١١,٥
سراة عبيدة	٢٤٠٠	المعدل	١٢,٩	١٣,٩	١٦,٠	١٧,٣	١٩,٤	٢١,٦	٢٢,٢	٢٢,١	٢٠,٠	١٦,٥	١٣,٤	١٢,١	١٧,٤
		المظلي	١٨,٧	١٩,٢	٢١,٨	٢٣,٨	٢٦,٧	٢٩,٤	٣٠,٣	٣٠,٣	٢٩,٢	٢٥,٨	٢٢,١	٢٠,٢	٢٣,٤
		الصغرى	٦,٩	٨,٦	١٠,٢	١٠,٨	١١,٨	١٢,٧	١٤,٠	١٣,٩	١٠,٨	٧,٥	٥,٨	٦,٠	٩,٩
		المعدل	٩,٩	١٠,٨	١٢,٠	١٥,٠	١٧,٩	٢٠,٥	٢٠,٧	٢٠,٧	٢٠,٢	١٦,٣	١٢,٤	١٠,٦	١٥,٧
		المظلي	١٣,٩	١٥,١	١٧,٤	٢٠,٠	٢٣,٤	٢٦,٤	٢٥,٩	٢٦,٠	٢٣,٠	٢٢,٠	١٨,٠	١٩,٤	٢١,١
الناص	٢٦٠٠	الصغرى	٥,٨	٦,٣	٨,٥	٩,٨	١١,٩	١٤,٥	١٥,٤	١٥,٢	١٤,١	١٠,٨	٦,٦	٥,٨	١٠,٤

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

و٧,٧م على التوالي، في حين يصل هذا المعدل إلى ١٣٧,٦ مم و١٣٣,٣ مم في كل من محطتي السودة وعلكم على التوالي ملحق (ب) ولا يقتصر أثر التناقض التضاريسي في اختلافات الأمطار على السفوح المواجهة والسفوح المظاهرة على المستوى المحلي بل تظهر تناقضاتها في مسافات قريبة بين مناطق متجاورة بسبب النتوءات التضاريسية بين تلك المناطق. أحمد، (١٩٩٣م).

### ثالثاً - العوامل الديناميكية المؤثرة في المناخ.

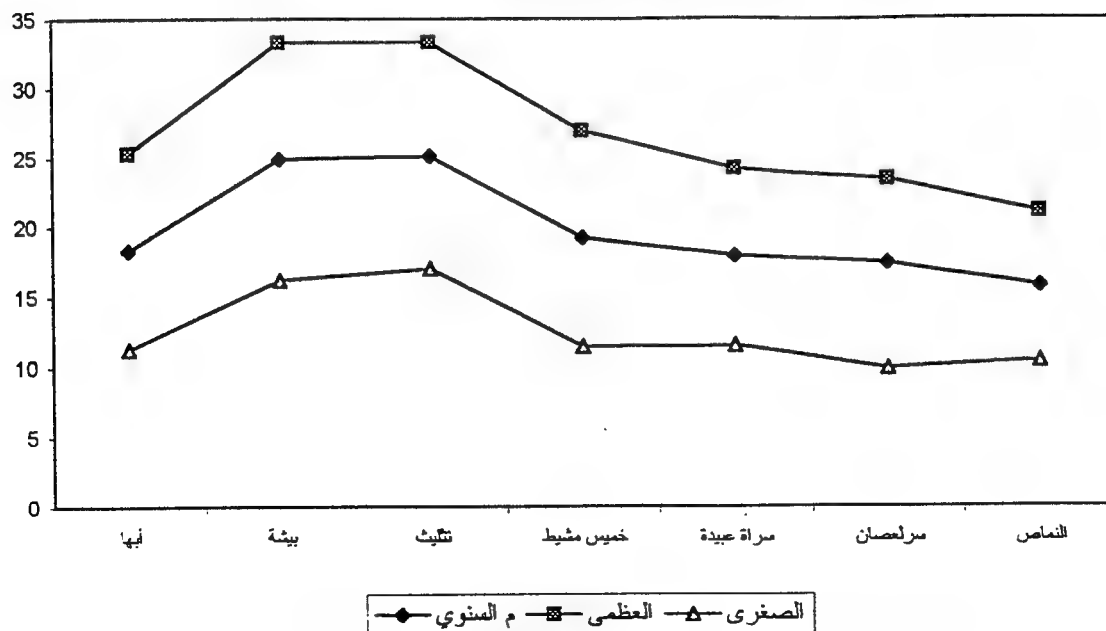
ترتبط العوامل الديناميكية (الحركية) بالعناصر المناخية التي لها دور مهم في تشكيل المناخ وخاصة الضغط والجريان الجوي الذي يرتبط بالدورة العامة للغلاف الجوي ويتغير تأثيرها من مكان لآخر ومن وقت لآخر، ومن أهم هذه العوامل :

#### درجات الحرارة.

تتأثر درجات الحرارة في المنطقة الجبلية بعسير بعامل الارتفاع التضاريسي على الرغم من وقوعها ضمن الإقليم المداري. فالتباين في ارتفاع التضاريس بين السفوح الشرقية والسفوح الغربية يعد من أكثر العوامل الجغرافية المؤثرة في درجات الحرارة. ولذا نجد أن معدل الحرارة السنوي لا يتجاوز ١٥,٧م بمحطة النماص التي تقع على ارتفاع ٢٦٠٠ م في حين نجد أن هذا المعدل السنوي يزيد تدريجياً نحو منطقة الهضبة الداخلية باتجاه الشرق والشمال الشرقي والشمال بسبب انحدار السطح نحو الداخل بحيث يصل في بيشة التي تقع على ارتفاع ١٠٢٠ م وتثليث التي تقع على ارتفاع ٩٧٥ م إلى ٢٤,٩م و٢٥,١م على التوالي . كما أن للموقع الفلكي أثره في زيادة طول فترة سطوع الشمس وتسخين سطح الأرض في فصل الصيف، وبالتالي تصبح درجة الحرارة مرتفعة في المناطق المنخفضة صيفاً مقارنة بالمناطق المرتفعة. أما في فصل الشتاء فتقل فترة سطوع الشمس بسبب زيادة ميل اشعتها مما يؤدي إلى انخفاض درجات الحرارة بشكل ملموس في المنطقة. وهذا الاختلاف في درجات الحرارة بين الليل والنهار وبين فصلي الصيف والشتاء يؤدي إلى كبر المدى الحراري الذي يعزى لارتفاع الحرارة في درجاتها العظمى في النهار وليس لانخفاض درجات الحرارة الدنيا في الليل لأن درجات الحرارة تصل إلى مستويات عالية في شهور الصيف مقارنة بشهور الشتاء جدول (٦) وشكل (٢١). وعليه تصل أعلى معدلات درجات الحرارة العظمى السنوية إلى ٣٣,٣م في كل من محطتي بيشة وتثليث ، بينما تكون معدلات درجات الحرارة الصغرى السنوية بكل منهما بين ٦,٢م و٧,٠م على التوالي. بينما يقل هذا المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى في محطة النماص ليصل إلى ٢١,١ م في حين يبلغ أدناه بمحطة سر لعصان ٩,٩ م .

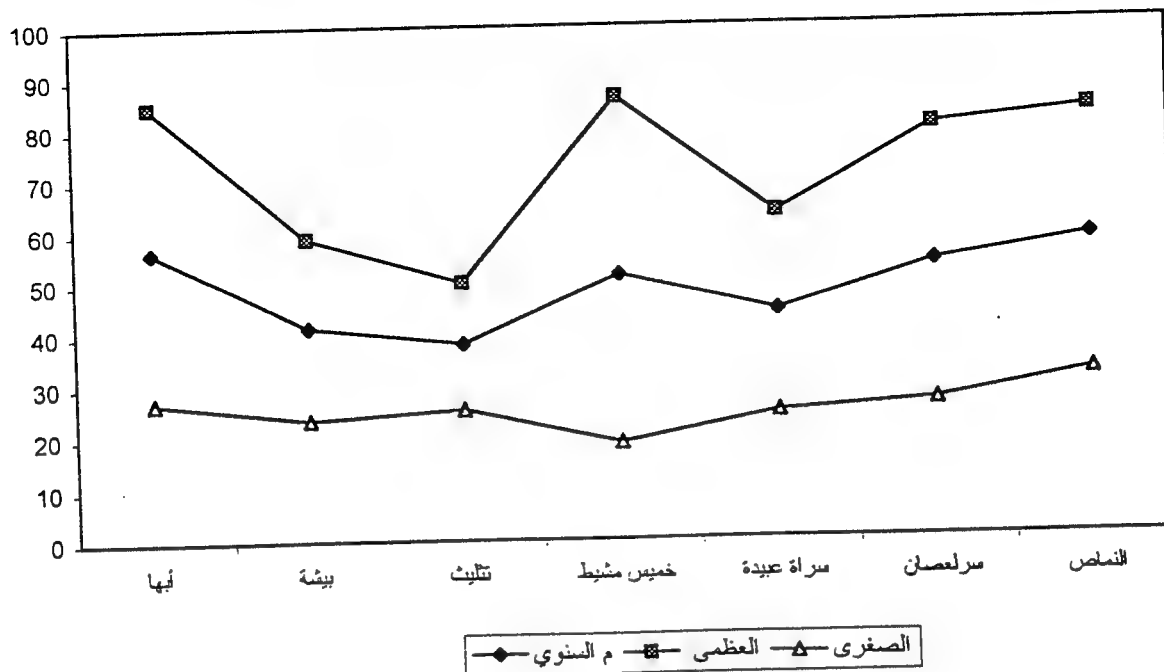
شكل (٢١)

معدل درجة الحرارة م° السنوية والعظمى والصغرى في منطقة الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧ م.



شكل (٢٢)

معدل درجة الرطوبة النسبية % السنوية والعظمى والصغرى في منطقة الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧ م.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزراعة وقمياه قسم الهيدرولوجيا والرياسة العامة للأرصاد  
وحملية قبيلة للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

وتختلف درجات الحرارة بين فصلي الشتاء والصيف في مرتفعات السروات والهضبة الداخلية حيث تصل معدلات الحرارة أدناها في فصل الشتاء بمحطة النماص ولا تتجاوز ١٠,٤ م في حين ترتفع تدريجياً بالهضبة الداخلية حيث تصل في كل من محطتي بيشة وتثليث إلى ١٨,٥ م. أما في فصل الصيف فإن معدل درجة الحرارة يقل في منطقة المرتفعات بسبب الارتفاع حيث لا يتعدى معدل الحرارة لهذا الفصل ٢٣,٣ م في جميع المحطات. في حين يرتفع هذا المعدل في محطات الهضبة الداخلية حيث يصل إلى ٣١,١ م و ٣١,٥ م في محطتي بيشة وتثليث على التوالي. وعلى ضوء ذلك يقل المدى الحراري السنوي بين محطات منطقة مرتفعات السروات حيث يتراوح بين ١٠,٧ م في النماص و ١٤,٠ م في أبها بينما نجده يزداد في منطقة الهضبة الداخلية حيث يصل إلى ١٧,١ م و ١٦,٣ م في بيشة وتثليث على التوالي جدول (٧).

ومما تقدم يتضح أن المنطقة الجبلية بعسير تخضع لنظام حراري متباين بفئتين من المحطات بين منطقة السروات ومنطقة الهضبة الداخلية هما :

#### ١ - الفئة الأولى وتمثلها ٥ محطات هي :

أبها وخميس مشيط وسراة عبيدة وسر لعصان والنماص وهي محطات تقع بالسفوح الجبلية للسروات الشمالية و الشرقية والغربية و تتميز بمعدل حراري يبلغ أقصاه خلال شهري يونيه ويوليو ٣١,٦ م وأدناه خلال شهر يناير بمعدل حراري يصل ٥,٨ م.

٢ - الفئة الثانية وتمثلها محطتا بيشة وتثليث شمال وشمال شرق المنطقة الجبلية بعسير، وهي محطات الهضاب الداخلية التي تتميز بمعدلات حرارية تبلغ أقصاها خلال شهري يونيو ويوليو ٣٩,٤ م وأدناه خلال شهر يناير بمعدل حراري يصل ٩ م.

#### الرطوبة النسبية.

يعتمد بخار الماء الموجود في الهواء على عدة مصادر أهمها المسطحات المائية والتربة والأمطار والغطاء النباتي، وتتأثر المنطقة الجبلية بعسير بالقرب من البحر الأحمر باعتباره المصدر الرئيسي للرطوبة فيها وكذلك تعرضها للكتل الهوائية الجنوبية الغربية الرطبة وبعامل الارتفاع الذي يؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة. وتؤثر هذه العوامل مجتمعة في قدرة الهواء على حمل كمية بخار الماء، كما تؤثر الرطوبة النسبية في السفوح المعرضة للرياح الرطبة أكثر من غيرها. ويتفحص جدول (٨) نجد أن المعدلات السنوية للرطوبة تأخذ في الارتفاع على المناطق المرتفعة حيث تصل إلى ٥٧,٩% و ٥٦,٣% بمحطتي النماص وأبها على التوالي وقد يعزى ذلك لانخفاض درجات الحرارة وغزارة الأمطار وكثافة الغطاء النباتي نوعاً ما، ومواقعها في السفوح الرطبة مقارنة بمنطقة الهضبة الداخلية التي تتخفف فيها بوضوح معدلات الرطوبة السنوية وتصل إلى ٣٨,١% و ٤١,٤% في كل من محطتي تثليث وبيشة على التوالي



جدول (٧)  
معدل درجة الحرارة م / المظمى والصغرى والمضالية والسنية في المحطات المناخية ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

المحطة	م / الشتاء م			م / الربيع م			م / الصيف م			م / الخريف م			م / السنوي م			المدى السنوي
	المظمى	الصغرى	المتوسط	المظمى	الصغرى	المتوسط	المظمى	الصغرى	المتوسط	المظمى	الصغرى	المتوسط	المظمى	الصغرى	المتوسط	
أبها	٢٠,٣	٧,٢	١٣,٨	٢٥,١	١١,٩	١٨,٤	٣٠,١	١٥,٦	٢٢,٧	٢٥,٧	١٠,٤	١٨,٣	٢٥,٣	١١,٣	١٨,٣	١٤,٠
بيشة	٢٧,٠	٩,٦	١٨,٥	٣٤,٠	١٧,٦	٢٥,٩	٣٩,٢	٢٢,٧	٣١,١	٣٣,٠	١٤,٩	٢٤,١	٣٣,٣	١٦,٢	٢٤,٨	١٧,١
تثليث	٢٦,٨	١٠,١	١٨,٥	٣٤,٠	١٨,٧	٢٦,٤	٣٩,٣	٢٣,٨	٣١,٥	٣٣,٠	١٥,٦	٢٤,١	٣٣,٣	١٧,٠	٢٥,٢	١٦,٣
خميس مشيط	٢٢,٣	٧,٠	١٤,٣	٢٦,٩	١٢,١	١٩,١	٣١,٥	١٥,٩	٢٣,٣	٢٧,٠	١٠,٥	١٨,٩	٢٦,٩	١١,٤	١٩,٢	١٥,٥
سراة عبيدة	١٩,٩	٦,٤	١٣,٣	٢٤,٢	١٢,٠	١٨,١	٢٨,٦	١٥,٩	٢٢,٥	٢٤,٠	١١,٥	١٨,٠	٢٤,٢	١١,٥	١٧,٩	١٢,٧
سر لعصان	١٨,٢	٧,١	١٣,٣	٢٢,٧	١٠,٩	١٧,٦	٢٨,٥	١٣,٥	٢٢,٠	٢٤,٢	٨,٠	١٦,٦	٢٣,٤	٩,٩	١٦,٧	١٣,٥
الناص	١٦,١	٦,٠	١٠,٤	٢٠,٣	١٠,١	١٥,٣	٢٦,١	١٥,٠	٢٠,٦	٢٢,٠	١٠,٥	١٦,٣	٢١,١	١٠,٤	١٥,٨	١٠,٧

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم البندر ولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة .

جدول (٨)

معدل الرطوبة النسبية (%) الشهرية العظمى والصغرى والسنوية في المحطات المناخية ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

المحطة	الارتفاع (م)	المدلات	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	م/ السنوي
أبها	٢٢٠٠	المتل	٧٠,٥	٦٨,٨	٦٥,٨	٦٠,٤	٥٢,٥	٤٠,٥	٤٠,٥	٥١,٨	٤١,٧	٤٧,٤	٦٢,٥	٦٧,٦	٥٦,٣
		المنظى	٩٣,٢	٩٢,٩	٩١,١	٨٧,٧	٨٢,٥	٧٠,٣	٧٤,٩	٨٢,٧	٧٥,٢	٨١,١	٩١,٥	٩٣,٦	٨٤,٧
		الصغرى	٣٦,٦	٣٩,٠	٣٦,٩	٣١,٤	٣٠,١	١٤,٩	١٩,٨	١٩,٦	١٦,٠	١٩,١	٢١,٣	٢٣,٨	٢٦,٩
		المتل	٥١,٤	٤٨,١	٤٨,٢	٤٤,٩	٤١,١	٣١,٨	٣١,٦	٣٣,٥	٣٢,٥	٣٦,٤	٤٦,١	٥٠,٦	٤١,٤
		المنظى	٧٣,٨	٦٩,٥	٦٩,٨	٦٧,٥	٦١,٢	٦١,٢	٤٤,٢	٤٦,٩	٤٤,٠	٤٩,٠	٦٢,٧	٧١,٠	٥٨,٨
بيشة	١٠٢٠	الصغرى	٢٩,١	٢٦,٧	٢٦,٣	٢١,٩	٢٠,١	١٦,٨	١٩,٢	١٩,٩	٢١,٠	٢٣,٤	٢٦,٣	٣٠,١	٢٣,٤
		المتل	٥٠,٩	٤٦,٣	٤٢,٤	٤٣,٢	٣٧,٨	٣٧,٩	٣٧,٠	٣٨,٦	٣٦,٨	٣١,٨	٤٣,٠	٥١,٢	٣٨,١
		المنظى	٦٨,٠	٦٠,٨	٥٨,١	٦٢,٢	٥٢,٨	٣٦,١	٣٣,٢	٣٥,٩	٣٣,١	٣٩,٩	٥٣,٩	٦٥,٥	٥٠,٠
		الصغرى	٣٥,٥	٣٠,٤	٢٧,٨	٢٢,٩	٢٢,٣	١٩,٢	١٩,٧	٢٠,٤	١٩,٧	٢٣,١	٢٩,٠	٣٣,٨	٢٥,٣
		المتل	٦٥,٣	٦٢,٨	٥٩,٩	٥٤,١	٤٨,٤	٣٧,٢	٤٢,٨	٤٩,٨	٣٦,٢	٣٩,٢	٥٦,٢	٦٤,٢	٥١,٣
خفيش مشيط	٢٠٩٥	المنظى	٩٢,٦	٩١,٧	٩٠,٣	٨٩,٢	٨٥,٠	٧٧,٠	٨١,٣	٨٥,١	٧٧,٥	٧٩,٩	٩٠,٠	٩٢,٣	٨٦,٠
		الصغرى	٢٥,٢	٢٧,٤	٢٥,٧	٢٢,١	١٥,٥	١١,٤	١٤,٠	١٤,٩	١١,٩	١٣,٩	١٧,٨	٢٣,٣	١٨,٦
		المتل	٥١,٣	٥٧,٨	٥٢,٨	٤٩,٢	٤١,٣	٣٦,٨	٣٨,٨	٤١,٤	٣٣,٢	٣٤,٣	٤٢,٩	٤٩,٦	٤٤,١
		المنظى	٧٢,٩	٧٥,٥	٧٣,٨	٧١,٧	٦١,٤	٥٥,١	٥٨,٤	٦٤,٣	٤٥,٤	٤٧,٠	٦١,٦	٧١,٠	٦٣,٢
		الصغرى	٢٩,٧	٣٤,٣	٣١,٥	٢٦,٨	٢١,١	١٨,٣	١٩,٠	١٨,٣	١٩,٥	٢٢,٥	٢٤,١	٢٨,٣	٢٤,٤
سراة عبيدة	٢٤٠٠	المتل	٦٠,٠	٦١,٩	٦١,٩	٥٨,٨	٥٨,٠	٥٣,١	٤٧,٠	٤٦,٨	٤٤,٤	٤٩,٣	٥٣,٣	٥٧,٥	٥٣,٣
		المنظى	٨٤,٥	٨٤,٦	٨٢,٨	٨٣,٤	٨٣,١	٧٣,٥	٧٢,١	٧٩,٥	٧٤,٢	٧٥,٧	٨٢,٨	٨٣,٦	٨٠,٠
		الصغرى	٢٥,٣	٢٩,٢	٣٩,٦	٣٢,٣	٢٢,٩	١٩,٣	٢١,١	٢٠,١	١٧,٥	١٨,٥	٢٢,٦	٢١,٤	٢٦,٣
		المتل	٧٠,٨	٦٩,٩	٦٦,٣	٦٢,٧	٥٦,٣	٤٦,٥	٤٨,٨	٥٠,٣	٤٧,٢	٥١,٦	٦٠,٤	٦٤,٠	٥٧,٩
		المنظى	٨٩,٢	٩٢,٢	٩٠,٠	٨٧,١	٨٣,٢	٧٢,١	٧٥,٠	٧٩,١	٧٤,٩	٧٨,٤	٨٧,٧	٨٦,٧	٨٣,٠
الخاص	٢٦٠٠	الصغرى	٤٨,٤	٤٥,١	٤٢,٢	٣٧,١	٣٠,٣	٢١,٣	٢٥,٢	٢٢,٠	١٦,٩	٢١,٢	٣٤,٨	٣٧,٦	٣١,٨

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

وقد يعزى ذلك لموقعهما الداخلي في السفوح المظاهرة و قلة ارتفاعهما وانخفاض كمية الأمطار بهما وتقلص الغطاء النباتي في مناطقهما. وبالرجوع للجدول (٨) يلاحظ أن المناطق المرتفعة تتميز بأعلى المعدلات السنوية للرطوبة العظمى والصغرى كما هو الحال في محطة خميس مشيط حيث بلغت ٨٦,٠% و ١٨,٦% على التوالي، في حين تنخفض هذه المعدلات في المناطق الأقل ارتفاعاً بالهضبة الداخلية كما هو الحال بمحطة تثليث التي سجلت أدنى قيمة لمعدلات الرطوبة السنوية العظمى حيث بلغت ٥٠% ومحطة بيشة التي سجلت أدنى قيمة لمعدلات الرطوبة السنوية الصغرى حيث بلغت ٢٣,٤% شكل (٢٢).

ونظراً لارتباط الرطوبة النسبية بشكل مباشر بالحرارة فهي تختلف كثيراً بين فصلي الشتاء والصيف نظراً لاختلاف الحرارة بين هذين الفصلين. وبصورة عامة تتزايد معدلات الرطوبة في فصل الشتاء بشكل ملحوظ حيث تصل أعلى معدل لها بنسبة ٦٩% في محطة أبها بمنطقة المرتفعات وأقل معدل لها بنسبة ٤٩,٥% في محطة تثليث بمنطقة الهضبة الداخلية في حين تكون على العكس من ذلك في فصل الصيف حيث تأخذ المعدلات بالانخفاض وتبلغ أقصاها في محطة النماص بنسبة ٤٨,٥% وأدناها في محطة تثليث بنسبة ٢٧,٨% جدول (٩). ويلاحظ أن المناطق المرتفعة تسجل باستمرار أعلى معدل للرطوبة النسبية في الشتاء والصيف، في حين تنخفض المعدلات بوضوح في منطقة الهضبة الداخلية خلال الفصلين نظراً لارتباط تغيرات الرطوبة بصورة مباشرة بتغيرات درجات الحرارة.

ولذا فإن فصل الشتاء يُعد فترة الرطوبة العظمى في منطقة المرتفعات حيث بلغ أقصى معدل للرطوبة في محطة أبها ٩٣,٢% وأدناه في محطة خميس مشيط ٢٥,٣% وقد يعزى ذلك إلى انخفاض درجات الحرارة وتركز الأمطار بفصل الشتاء والربيع في منطقة المرتفعات مقارنة بمنطقة الهضبة الداخلية التي لا يتعدى أقصى وأدنى معدل للرطوبة بها في محطة بيشة ٧١,٤% و ٢٨,٦% على التوالي.

ويتميز فصل الصيف بقلة معدلات الرطوبة العظمى والصغرى عما كانت عليه في فصل الشتاء في منطقة المرتفعات إذ تصل فيها الرطوبة إلى أقصاها في محطة خميس مشيط ٨١,٢% وأدناها في محطة أبها ١٨,١%. وقد يعزى ذلك لطبيعة الأمطار الرعدية و قلة تساقطها في هذا الفصل مقارنة بفصل الشتاء. يلي منطقة المرتفعات الهضبة الداخلية إذ تصل الرطوبة النسبية العظمى إلى أقصاها وأدناها في محطة بيشة إلى ٤٥,٨% و ١٨,٦% على التوالي.

جدول (٩)

معدل الرطوبة النسبية (%) العظمى والصغرى المناخية السنوية في المحطات المناخية ١٩٧٠م - ١٩٩٧م

المحطة	% / م / السنوي			% / م / الخريف			% / م / الصيف			% / م / الربيع			% / م / الشتاء		
	المتوسط	الصغرى	العظمى	المتوسط	الصغرى	العظمى	المتوسط	الصغرى	العظمى	المتوسط	الصغرى	العظمى	المتوسط	الصغرى	العظمى
أبها	٥٦,٣	٢٦,٩	٨٤,٧	٥٠,٥	٢٠,٥	٨٢,٦	٤٦,١	١٨,١	٧٦,٠	٥٩,٦	٣٢,٨	٨٧,١	٦٩,٠	٣٦,٥	٩٣,٢
بيشة	٤١,٤	٢٣,٤	٥٨,٨	٣٨,٣	٢٣,٦	٥١,٩	٣٢,٣	١٨,٦	٤٥,٨	٤٤,٧	٢٢,٦	٦٦,٢	٥٠,٠	٢٨,٦	٧١,٤
تثليث	٣٨,١	٢٥,٣	٥٠,٠	٣٣,٨	٢٣,٩	٤٢,٣	٢٧,٨	١٩,٨	٣٥,١	٤١,١	٢٤,٣	٥٧,٧	٤٩,٥	٣٣,٢	٦٤,٨
خميس مشيط	٥١,٣	١٨,٦	٨٦,٠	٤٣,٩	١٤,٥	٨٢,٥	٤٣,٢	٤٠,٣	٨١,٢	٥٤,١	٢١,١	٨٨,٢	٦٤,١	٢٥,٣	٩٢,٢
سراة عبيدة	٤٤,١	٢٤,٤	٦٣,٢	٣٦,٨	٢٢,٠	٥١,٣	٣٩,٠	١٨,٥	٥٩,٣	٤٧,٨	٢٦,٤	٦٩,٠	٥٢,٩	٣٠,٧	٧٣,٢
سر لحيان	٥٣,٣	٢٦,٣	٨٠,٠	٤٩,٠	١٩,٨	٧٧,٦	٤٧,٩	٢٠,٢	٧٥,٠	٥٦,٦	٢٩,٩	٨٣,١	٥٩,٨	٣٥,٣	٨٤,٢
النفاه	٥٧,٩	٣١,٨	٨٣,٠	٥٢,٠	٢٤,٣	٨٠,٣	٤٨,٥	٢٢,٨	٧٥,٤	٦١,٧	٣٦,٥	٨٦,٧	٦٨,٢	٤٢,٧	٨٩,٤

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

### مراكز الضغط الجوية وحركة تيارات الهواء الفصلية.

تخضع المملكة بصورة عامة والأراضي الجبلية في عسير بصورة خاصة إلى تغيرات موسمية ومحلية في توزيع مراكز الضغط المرتفعة والمنخفضة بين الشتاء والصيف وفصلي الانتقال، وهذه المراكز تؤثر بدورها في إمكانات حدوث الأمطار لارتباطها بحركة التيارات الهوائية الرطبة أفقياً ورأسياً، وبالمدى الذي تتحرك فيه تلك التيارات. ونظراً لقرب البحر الأبيض المتوسط من منطقة الدراسة، فهي تتعرض في فصلي الشتاء والربيع إلى المنخفضات والأعاصير الجوية نتيجة لتناوب الاضطرابات الجوية الناشئة فوق البحر الأبيض المتوسط خاصة عندما تلتحم وتندمج بالمنخفض السوداني. أما في فصل الصيف فتتعرض المنطقة المرتفعة في عسير إلى التيارات الهوائية الجنوبية الغربية الموسمية، وهي نتاج تفاعل المنخفض الجوي السوداني في المنطقة مع المنخفض الجوي العربي، الذي يتمركز في وسط الجزيرة العربية، ومع بداية فصل الخريف بسبب التناقص التدريجي في درجة الحرارة فإن المنخفضات الجوية المتوسطة تعود لظهور خاصة في شهري أكتوبر ونوفمبر مما يؤدي إلى سقوط الأمطار المصاحبة للعواصف الرعدية.

### مواقع مناطق الجبهات. (Frontal Zones)

يطلق على مستوى الالتقاء بين كتلة الهواء البارد وكتلة الهواء الساخن "جبهة"، حيث يصعد الهواء الساخن الرطب فوق الهواء البارد في اتجاه مائل، مما يعرضه للبرودة والتكاثف وتساقطه على شكل أمطار. وتخضع المنطقة الجبلية في عسير لتأثير عدد من الجبهات تتسبب في سقوط الأمطار هي :

#### أ - جبهة التلاقي المدارية.

تحدث جبهة التلاقي المدارية في فصل الصيف، وتتكون نتيجة التقاء الرياح التجارية الشمالية الشرقية، والتجارية الجنوبية الشرقية (الموسمية الرطبة)، وتتكون هذه الجبهة منطقة مائلة تقع مقدمتها مباشرة على سطح الأرض أو قريباً منه، وسبب هذا الميل في جبهة التلاقي المدارية هو نتيجة طبيعية للتناقضات الحرارية والرطوبة بين الرياح المتواجدة على جانبي الفاصل المداري، فالرياح التجارية الجنوبية الشرقية القادمة من فوق المحيطات تكون عادة أبرد من الرياح التجارية الشمالية الشرقية القادمة من قلب القارات، ولهذا فإن منطقة اللقاء تميل إلى أعلى في اتجاه الرياح الجنوبية الشرقية تاركة الفرصة لهذه الرياح لاحتلال الأجزاء السفلية من الغلاف الجوي، مما يرغم الرياح التجارية الشمالية الشرقية على الصعود إلى أعلى على طول منطقة اللقاء، ولهذا فإن

الرياح التجارية تبتعد تدريجياً عن سطح الأرض. وتتعرض المنطقة الجبلية في عسير كباقي المناطق المدارية لموقع جبهة التلاقي المدارية، حيث تصلها التيارات الموسمية الجنوبية الغربية الممطرة. ويزداد تأثير هذه الجبهة أحياناً عندما تسيطر موجة التيار النفاث المداري الشرقي التي تنشأ فوق جنوب قارة آسيا على ارتفاع ١٦ كم فوق سطح البحر عند دائرة العرض ١٥ شمالاً، وتكون سرعتها أكثر من ١٨٥ كم/ساعة بشكل مباشر على التحركات الرأسية العنيفة للتيارات الهوائية الجنوبية الغربية الممطرة، التي تكون مسيطرة على الطبقات السطحية من الجو، و تؤدي هذه الوضعية الجوية عند استقرارها على منطقة الجنوب الغربي في المملكة إلى تساقط الأمطار وخاصة على المنطقة الجبلية بعسير. الأحيدب، (١٩٨٥م)، التوم، (١٩٨٦م).

#### ب - جبهة فصل الشتاء.

تتكون في منتصف فصل الشتاء جبهتان :

- الأولى فوق الخليج العربي نتيجة لالتقاء الكتلة الهوائية الشمالية الشرقية الجافة الباردة القادمة من أواسط آسيا مع الكتلة الهوائية الشمالية الغربية الباردة الرطبة القادمة من البحر الأبيض المتوسط، وتؤدي هذه الوضعية الجوية إلى تساقط أمطار شتوية غزيرة وباردة .

- وتتكون الجبهة الثانية فوق البحر الأحمر الذي يعتبر دافئاً، نتيجة التقاء الكتل الهوائية الشمالية شبه القطبية الرطبة القادمة من شمال أوروبا عبر البحر الأبيض المتوسط مع الكتل الهوائية المدارية القادمة من بحر العرب، وتتأثر بهذه الجبهة جبال السروات بمنطقة عسير أكثر من غيرها من مناطق الأراضي الجبلية بالمملكة العربية السعودية، ويؤدي ذلك إلى ظهور اضطرابات تؤدي إلى سقوط أمطار شتوية غزيرة خاصة على منطقة الجنوب الغربي التي تقع ضمنها المنطقة الجبلية بعسير. الشريف، (١٩٧٧م).

#### ج - جبهة الفصول الانتقالية. (فصلا الربيع والخريف).

تتكون جبهة الفصول الانتقالية نتيجة التقاء الكتلة الهوائية البحرية الباردة نسبياً القادمة من الشمال مع الكتلة الهوائية المدارية البحرية الدافئة الرطبة القادمة من المناطق المدارية. وقد يتزامن مع هذه الوضعية الجوية في بعض الأحيان امتداد منخفض السودان الذي يساعد على تلطيف درجة حرارة الكتل الهوائية وعلى تغذيتها بالرطوبة مما يؤدي إلى اشتداد هذه الجبهة وتحولها من شمالية شرقية إلى جنوبية وجنوبية شرقية على المملكة بصورة عامة وعلى منطقة عسير بصورة خاصة، وتتسبب هذه الجبهة في نشوء العواصف الرعدية التي تصاحبها أمطار

غزيرة. وتتأثر عملية التكاثف بتضاريس منطقة عسير حتى ولو كانت قليلة، فتزداد السحب التي تصاحبها زيادة في كمية الأمطار. الشريف، (١٩٧٧م).

#### الخطوط الرئيسية للمناخ الديناميكي في الأراضي الجبلية بعسير.

تعتبر في الوقت الحاضر الدراسات التحليلية في المناخ الديناميكي (الحركي)، التي تهدف إلى تحديد مختلف الوضعيات الجوية الأكثر تردداً على منطقة ما، بهدف التعرف على خصائصها المناخية من أهم الدراسات العلمية المناخية وأكثرها تطوراً. وتتعلق المنهجية الديناميكية من التعريف الحركي للمناخ الذي يمكن تقديمه بالصيغة التالية، المناخ هو نمط تردد مختلف نماذج الطقس على منطقة ما لفترة زمنية طويلة. وعليه جُلّ هدفنا يكمن في بيان الصورة الجوية العامة لفصول السنة المعبرة على أساس فلكي ثم تليها دراسة لبعض الحالات الأكثر تطوراً وتبلوراً وتردداً التي تهطل أمطاراً على الأراضي الجبلية بعسير مستعينين ببيانات الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة "الخرائط السطحية" CFO-MEPA نواتج حزم " METPRO Ver 3.1 وعليه يكون توزيع الضغط والجريان الجوي في الجزيرة العربية كالتالي :

#### أ- توزيع الضغط الجوي والرياح في فصل الشتاء.

تتأثر المملكة العربية السعودية في فصل الشتاء بما فيها الأراضي الجبلية بعسير بعدة مراكز رئيسية ثابتة للعمل نسبياً هي مناطق الضغط المرتفعة والمنخفضة، حيث يكثر تردد الضغط المرتفع السيبيري الذي يلتقي مع الضغط المرتفع الأزوري بالمحيط الأطلسي Acores والممتد إلى شمال أفريقيا والسودان والحبشة، ويجاور مراكز الضغط المرتفع بعض مراكز الضغط المنخفض المحلية التي تتولد لأسباب ديناميكية تتعلق أساساً بتطور عمليات "التلاقى" فوق شرق البحر الأبيض المتوسط حول جزيرة قبرص، أما فيما يتعلق بمنخفض السودان جنوب البحر الأحمر ومنخفض الهند الآسيوي فهما منخفضان حراريان، نتيجة لتباين درجة الحرارة بين اليابس والماء.

ونظراً لقرب البحر الأبيض المتوسط من المملكة فهو يُعد ممراً لعبور الاضطرابات الجوية شبه القطبية والأطلسية المولدة للأمطار، علاوة على إسهامه في نشوء اضطرابات جوية متوسطة لأنه يتمتع بوجود ثلاث خلايا مولدة للاضطرابات الجوية هي: خلية البحر الأبيض المتوسط الغربية، وخلية البحر الأبيض المتوسط المركزية، وخلية البحر الأبيض المتوسط الشرقية. وتعد الخلية الشرقية من أهم الخلايا الجوية المولدة للاضطرابات المتوسطة بالنسبة للمناطق الشرقية والجنوبية الشرقية للبحر الأبيض المتوسط، وهي بدورها لا تؤثر على المناطق الشمالية للمملكة فحسب، بل يتعدى تأثيرها ليصل إلى كافة الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية

للمملكة، حيث يسود المنطقة حالة من عدم الاستقرار المطلق للجو المصحوب بعواصف مطرية ذات أهمية خاصة ، وبانخفاض ملحوظ في درجة الحرارة. قربه، (١٩٨٣م).

وتتأثر التيارات الهوائية كثيراً بهذه الوضعية الديناميكية فتتعرض المنطقة للكتلة الهوائية الشمالية التي تتأثر اتجاهاتها بمؤثرات غربية أو شرقية حسب مراكز الضغط المرتفعة وتعمقها أكثر داخل الجزيرة العربية، فإذا كان مركز الضغط المرتفع فوق شمال أفريقيا واقترب بعمقه من البحر الأحمر فإن ذلك يؤدي إلى ظهور التيارات الهوائية الشمالية، والشمالية الغربية والغربية التي قد تكون ممطرة بالجهة الغربية من السروات بمنطقة عسير. أما إذا كان مركز الضغط المرتفع على الجانب الآسيوي فإن اتجاه التيارات الهوائية يكون شمالياً، وشمالياً شرقياً على منطقة الهضاب، والجهة الشرقية من السروات بمنطقة عسير. وفي فصل الشتاء تنجذب إلى مركز الضغط المنخفض المتمركز شرق البحر الأبيض المتوسط بعض الكتل الهوائية شبه القطبية الباردة والمدارية الحارة ، وينشأ من تلاقيهما حالة من عدم الاستقرار يصاحبها سقوط أمطار غزيرة بسبب تناقض خصائصهما. إضافة إلى ذلك تنشأ فوق المملكة في هذا الفصل كتلة مدارية قارية بسبب تمركز واستقرار مراكز الضغط المرتفعة فوق المنطقة وتحرك تلك الكتلة مثيرة للغبار والأتربة بسبب جفافها، ولكنها معتدلة الحرارة. أحمد، (١٩٩٣م).

#### ب- توزيع الضغط الجوي والرياح في فصل الربيع.

يعد فصل الربيع مرحلة انتقالية يقل فيها أثر بعض مراكز الضغط المرتفعة مثل المرتفع السيبيري الذي يتراجع إلى أقصى الشمال، واستقرار المرتفع الأزوري على جزر الأزور ، في حين نجد تأثر المنطقة بمراكز الضغط المنخفضة واستمرار نشوء الاضطرابات الجوية عن خلية المتوسط الشرقية الديناميكية، ويتقدم مركز المنخفض الآسيوي الممتد على جنوب و جنوب غرب آسيا والممتد مع المنخفض السوداني الممتد شمالاً حتى يصل الصحراء الكبرى، ويتصل هذا المركز المنخفض بالمنخفض الاستوائي الدائم. ويكمن أحد الأسباب الرئيسة في تكوين تلك الساحة المهمة من الضغط المنخفض لاختلاف درجات الحرارة بين اليابس والماء، إلا أنه في الطبقات العليا يظل الضغط مرتفعاً ويستمر الهواء في خفسه. وتتأثر منطقة جنوب غرب المملكة بمساحة وحركة منخفض السودان الحراري فهو يتحرك شرقاً نحو مراكز الضغط المنخفضة شمالاً وجنوباً لا سيما في حالة تزامنه مع منخفض المتوسط الشرقي الذي يعبر عن عملية تنشيط خلية المتوسط الشرقي. ومن أهم الوضعيات الجوية التي تعمل على تنشيط خلية المتوسط الشرقي مع نهاية الشتاء والربيع هي :



١ - تغيير الجريان الشامل (السينوبتي) السائد المرتبط بتموج التيار النفاث القطبي.

تستطيع قاع موجة التيار النفاث - في حالة تحقق التموجات العميقة - أن تقع فوق خلية المتوسط الشرقي، ويلاحظ ذلك في حالة الجريان "بسرعة بطيئة حيث تكون أقل من ١٥٠ كلم/ساعة عند مستوى ٥٠٠ مليون"، مما يسمح بتغيير جذري للجريان الجوي السينوبتي على سطح الأرض وتحقق انسياحات هوائية يعبر عنها بالكتلة الهوائية القطبية أو شبه القطبية نحو عروض متوسطة وعلى العكس انسياحات كتل هوائية شبه مدارية أو شبه قطبية نحو عروض معتدلة على سطح الأرض، وهذا ما يدعى بالانسياحات<sup>(١)</sup> Advection الحارة المعوضة "تيارات التعويض". من خلال هذا الوصف الذي تؤكدته دراسة خرائط مستويات ٥٠٠ مليون الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة بالملكة العربية السعودية، نستنتج بأن نشوء الفاعليات الاضطرابية على البحر الأبيض المتوسط يتطلب تطور انسياحات باردة على إحدى خلاياه مدعوماً بطبقات الجو العليا "بتموج" مهم للرياح النفاثة هذا الانسياح يولد آلية التلاقي Convergence وبالتالي تكون المنخفضات الجوية المتوسطة وحالات عدم الاستقرار المطلق المرتبطة معها. لا شك أن أثر هذه المنخفضات يبقى محدوداً على جبال السروات بمنطقة عسير لولا آليات التفاعل القائمة بين منخفض المتوسط الشرقي ومنخفض السودان التي تسمح بحدوث أمطار مهمة نتيجة لما تولده عمليات التفاعل هذه من سيطرة تيارات هوائية جنوبية غربية قادرة على اسقاط أمطار مهمة على جبال السروات أي على الأراضي الجبلية في عسير. وتلخص هذه الآلية الديناميكية الواجب توفرها بين مراكز العمل لكي تسقط الأمطار على جبال السروات وخاصة في فصل الربيع. هذا الفصل يشهد تردداً لتطور الانسياحات الباردة الناتجة عن تموج الرياح الغربية السريعة في طبقات الجو العليا وتغيير جذري للجريان السينوبتي على سطح الأرض من جريان غربي عام إلى شبه طولي عام يسمح بتكون الاضطرابات على العروض المتوسطة. ويتركز هطول الأمطار في فصل الربيع بشكل أساسي على التفاعل المشترك القائم بين المنخفض المتوسطي الشرقي ومنخفض السودان، إلا أن هذا لا ينفي وجود آليات ريعية تسمح بهطول أمطار على جبال السروات في منطقة عسير وربما تكون أقل أهمية من حيث التردد والتبلور والوضوح.

(١) بعض الباحثين يفضل كلمة تدفق هوائي إلا أن كلمة انسياح لغوياً هي أكثر ملاءمة للتعبير عن تحرك الكتل الهوائية للجريان شبه الطولي.

## ٢ - الوضعية الجوية المرتبطة بسيطرة توزيع محدد لمراكز العمل.

ترتبط في هذه الوضعية الكتل الهوائية وحركتها العامة بمراكز العمل الرئيسة على سطح الأرض، ومن أهم هذه الوضعيات تشكل المرتفع الجوي الأوربي وتسييره لانسياع كتل هوائية قارية باردة على جهته الشرقية باتجاه المتوسط الشرقي أو عندما يسيطر المرتفع الأزوري على أوروبا الغربية أثناء امتداده الشمالي والشرقي. وفي جميع هذه الوضعيات تتساح كتل هوائية قارية أوروبية نحو المتوسط الشرقي وينشأ عن ذلك تلاقٍ هوائي يؤدي إلى نشوء اضطرابات جوية تكوّن بها الكتل الهوائية الأوروبية الباردة القطاعات الباردة. للجهات الباردة المتوسطة التي تبدأ بعد ذلك بالتقدم نحو الشرق "بلاد الشام" وقادرة على تجميع السحب وسقوط الأمطار على السروات بواسطة منخفض السودان. قربه، (١٩٨٣م). ويرجع التغير الشديد لمنطقة إنتشار منخفض السودان الجغرافية إلى التغير الكبير لاستطالاته الشمالية متأثراً بالاستدعاء المتوسطي وهذا النشاط الاستطلاعي عادة ما يكون متأثراً ومسهلاً بعاملين اثنين :

١-٢ شدة التسخين القاري لأنه منخفض حراري قاري ناشئ عن سخونة المساحات الواسعة من الأراضي في غرب وجنوب البحر الأحمر.

٢-٢ شكل امتداد البحر الأحمر كممر مائي ذي محور عام جنوبي شمالي أثر في شكل الاستطالات الشمالية للمنفخض، حيث تشد كلما ازدادت الفاعليات الاضطرابية على شمال منطقة البحر الأحمر أو شرق البحر المتوسط وتطور عمل منخفض شرقي المتوسط، نتيجة لذلك فإن اتجاه التيارات الهوائية السطحية تصبح جنوبية إلى جنوبية غربية وجنوبية شرقية يطلق عليها اسم الأريب. تكون حارة وجافة ومثيرة للغبار على أواسط المملكة، فتتأثر الأطراف الشرقية من هضبة عسير. وتنقل تلك الاستطالة كلما قلّ التضافر بين عمل المنخفضين وازدادت الفاعليات القارية وسادت نماذج من مراكز الضغوط المرتفعة فوق شبه الجزيرة العربية أو على غرب البحر الأحمر، فيكون اتجاه التيارات الهوائية شمالياً غربياً كما كانت في فصل الشتاء.

ولا يقتصر أثر منخفض السودان على اتجاه الكتل الهوائية، بل تتعرض السروات بمنطقة عسير إلى ظاهرة عدم الاستقرار الجوي في حال تزامنه مع مراكز الضغط الاضطرابية الشمالية. ومن هذا يتضح أن تذبذب منخفض السودان حسب محور البحر الأحمر يعد من أحسن الأدلة على وجود عمل مشترك وتأثر مستمر بمراكز الضغط الاضطرابية الشمالية، وهذا بدوره يؤدي إلى انسياع كتل هوائية شبه قطبية مع كتل هوائية مدارية رطبة ينجم عن تلاقيهما أمطار غزيرة على حافة جرف جبال السروات. (Siraj, 1984).

### ج- توزيع الضغط الجوي والرياح في فصل الصيف.

تتأثر المملكة العربية السعودية بعدة مراكز ضغط منخفضة موسمية هي: المنخفض العربي الذي يسود الجزيرة العربية ومنخفض الهند الموسمي ومنخفض السودان الذي يتضافر عمله مع منخفض الهند الموسمي فيعمل على استتباب جريان تيار هوائي جنوبي غربي عام. كما تتعرض المنطقة إلى الكتلة الهوائية المدارية البحرية التي تتولد في المحيط الهندي وتنتقل خلال بحر العرب والخليج العربي نحو الشمال والشمال الغربي، ويتصف الطقس أثناء تواجدها بارتفاع الرطوبة النسبية واعتدال درجات الحرارة وانخفاض الضغط ووجود الغيوم وهطول الأمطار. وتعد عملية التسخين الشديدة التي يتعرض لها اليابس هي المسؤولة عن تكوين تلك الوضعية الجوية على السطح التي يقابلها وضعية جوية لمراكز الضغط (مرتفعة) في طبقات الجو العليا بسبب تصاعد حركة الهواء. وعليه يتأثر اتجاه التيارات الهوائية بمراكز الضغط المرتفعة وبالتيارات السفاث المداري الشرقي في الطبقات العليا من الجو، وتمر موجة هذا التيار بجنوب الجزيرة العربية وشرق أفريقيا والسودان والهند في مستوى التيارات الشرقية، ويصاحب جناح هذا التيار المداري الشمالي هبوط في الهواء مما عمق آثار الجفاف فوق المملكة، ويستثنى من ذلك في هذا الفصل المنطقة الجبلية بعسير. عزيز، (١٩٧٢م)، أحمد، (١٩٩٣م).

### د- توزيع الضغط الجوي والرياح في فصل الخريف.

تتلاشى في هذا الفصل مراكز الضغط المنخفضة التي كانت تغطي شبه الجزيرة العربية والصحراء الكبرى ووسط آسيا، بالإضافة إلى بعض مراكز الضغط المحلية التي كانت سائدة بصفة موسمية فوق البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط والخليج العربي، ويبدأ اقتراب أثر مراكز الضغط المرتفعة والمنخفضة الرئيسة والثابتة نسبياً والتي كانت في فصل الشتاء، فتتأثر المنطقة بالاضطرابات الجوية الناشئة على خلية المتوسط الشرقي، والتي تقوم بعملية تنشيط مراكز الضغط الأخرى التي تقع إلى الجنوب منها كمنخفض السودان الحراري. وتعرض المنطقة إلى تيارات هوائية شمالية غربية ويقل تعرضها للتيارات الهوائية الجنوبية الغربية عما كانت عليه في فصل الصيف، في حين تعود للظهور تيارات هوائية شمالية شرقية وجنوبية شرقية تتوغل في منطقة التيارات الهوائية الجنوبية الغربية معطية انطباعاً باضمحلال التيارات الهوائية الجنوبية الغربية الموسمية، وهذا مؤشر مهم على عودة نشاط مراكز الضغط المرتفع رويداً رويداً مع اقتراب فصل الشتاء وخاصة فيما يتعلق بعودة سيطرة المرتفع السيبيري الذي يشتهر باستطالاته في فصل الشتاء خاصة على الجزيرة العربية.

## الديناميكية المطرية في الأراضي الجبلية بعسير.

يتضح من خلال توزيعات الضغط والجريان الجوي العام Atmospheric Circulation في المنطقة الجبلية بعسير تأثرها بتوزيعات الضغط الجوي السائدة في فصلي الربيع والصيف، كما دلت عليه بيانات معدلات الأمطار المسجلة في هذين الفصلين خلال فترة الدراسة، حيث يتبين بوضوح تبلور موسمين مطريين مهمين على هذه المنطقة. ويلي فصلي الربيع والصيف لمعدلات الأمطار، فصل الشتاء من حيث الأهمية بالنسبة للمنطقة آخذاً في الحسبان ارتفاع معدلات الأمطار في الكثير من المحطات لهذا الفصل خلال الفترة الزمنية المقاسة.

وتمثل منطقة الأراضي الجبلية في عسير أقل المناطق تذبذباً وأكثرها انتظاماً في كميات الأمطار الهائلة مقارنة مع بقية مناطق المملكة وخاصة في الفصول المطيرة، وهذه الظاهرة تُعد من أهم المؤشرات الطبيعية المناخية لأهمية المنطقة من حيث البيئة الطبيعية والغطاء النباتي.

### الفصول الممطرة.

عُرف الفصل كما ورد في القاموس المحيط "هو الحاجز بين شيئين"، و الفصل كما ذكر في القاموس الجغرافي، هو أحد فصول السنة التي تتميز بأحوال مناخية خاصة تنشأ عن دوران الأرض حول الشمس وميل محورها، والفصلية للمطر تعني الفصل بين الفصل الممطر والفصل الجاف، كما عرف الفصل المطير في المعجم الجغرافي بالموسم، لارتباطه بالموسميات وهي تيارات هوائية تهب في مواسم محددة من السنة تمثل دورة منتظمة للهواء المتحرك ما بين اليابس والماء خلال نصفي السنة الصيفي والشتوي. وقد تم تحديد الفصل المطير بالفترة الزمنية القياسية المعمول بها لكل فصل من فصول السنة، وعليه يمكن اعتبار الفصل المطير في المنطقة الجبلية بعسير هو مجموع كميات الأمطار الساقطة في ذلك الفصل دون غيره. وفصلية الأمطار، لها دور كبير في تحديد نوعية وخاصية المطر بالمنطقة. ومن أهم الفصول المطيرة في المنطقة الجبلية بعسير فصل الربيع. الفيروز، (١٩٨٧م)، الأيوبي، (١٩٨٨م).

### أ- فصل الربيع.

تعد معدلات الأمطار المطلقة في فصل الربيع المرتبة الأولى لجميع المحطات بمنطقة عسير الجبلية إذ بلغت نسبة أمطاره من مجموع المعدل السنوي لمحطات المنطقة ٥٦,٥% وهذه النسبة تفوق نصف المعدل السنوي، مما يعني أهمية كميات الأمطار لهذا الفصل. ويبلغ المعدل المطلق لأمطار فصل الربيع ١٠٣,٦ مم على مستوى منطقة الدراسة، وهو معدل مرتفع مقارنة ببقية فصول السنة الأخرى جدول (١٠). ويمثل فصل الربيع شهر مارس وأبريل ومايو، وفي هذا الفصل تبدأ الزيادة لمعدلات الأمطار المطلقة بشكل ملحوظ، ثم تأخذ المعدلات بالارتفاع حتى تصل الكمية القصوى في شهر أبريل حيث يمثل فترة وسطية لموسم الربيع ثم تتناقص الأمطار

## جدول (١٠)

النسبة المئوية لمعدلات الأمطار الفصلية المطلقة والفعلية  
من المعدلات السنوية في المنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

الفصل	المعدل المطلق للأمطار (مم)	عدد المحطات	(%) من المعدل السنوي	المعدل الفعلي للأمطار (مم)	عدد المحطات	(%) من المعدل السنوي
الربيع	١٠٣,٦	٣٥	٥٦,٥	١٣٣,٦	٣٥	٤٤,٠
الشتاء	٣١,٧	١٦	١٧,٣	٦٦,١	١٨	٢١,٨
الصيف	٣٢,٩	١٨	١٧,٩	٥٩,٦	١٣	١٩,٦
الخريف	١٥,٢	١	٨,٣	٤٤,٢	٤	١٤,٦
المعدل السنوي	١٨٣,٤	—	١٠٠	٣٠٣,٥	—	١٠٠

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

في شهر مايو عن شهر أبريل، إلا أن أمطار شهر مارس تبقى أكثر أهمية من أمطار شهر مايو. ويتضح بعد دراسة توزيع الضغط والجريان الجوي العام في المنطقة الجبلية بعسير أن أمطار فصل الربيع تخضع إلى نوع من الأمطار الاضطرابية التي تنشأ من :

١- العمل المشترك بين منخفض السودان مع منخفض البحر الأبيض المتوسط الشرقي الذي يؤدي إلى عملية تنشيط الخلايا الاضطرابية للكتلة الهوائية التي تقع جنوب البحر الأحمر وهذا يؤدي إلى تقابل كتل هوائية شبه قطبية مع كتل هوائية مدارية رطبة على جبال السروات.

٢- تطور آليات "التسلسل الهوائي البارد" على أراضي الجزيرة العربية أي دخول جبهات هوائية باردة ذات تغذية مستمرة تسمح بتوغل الجبهات حتى أواسط الجزيرة العربية وبالتالي تطور الفاعليات الاضطرابية على مختلف أجزاء الجزيرة العربية وهذا ما يمكن أن يتحقق في حالة توغل أحد المنخفضات المتوسطية الشرقية حسب المحور "قبرص- الكويت" أو بواسطة كتل باردة شبه قطبية منفجرة من المرتفع الأوروبي مع أواخر الشتاء، والحالة الأكثر شيوعاً تلاحظ عندما يتطور "منخفض البحر الأسود" الذي سيوجه كتلاً هوائية باردة جداً خلف جبهاته الباردة على بلاد الشام والبحر المتوسط، الأمر الذي سيحرض الفاعليات الاضطرابية على المتوسط الشرقي ومن ثم على المنطقة الجبلية في عسير.

#### ب- فصل الصيف.

تأتي معدلات الأمطار المطلقة في فصل الصيف في المرتبة الثانية بعد فصل الربيع، لجميع المحطات بمنطقة عسير الجبلية، حيث بلغت نسبة أمطاره من مجموع المعدل السنوي لمحطات المنطقة ١٧,٩% وبلغ المعدل المطلق للأمطار هذا الفصل ٣٢,٩ مم على مستوى منطقة الدراسة جدول (١٠) ويمثل فصل الصيف شهور يونيو ويوليو وأغسطس. وتزداد معدلات الأمطار بشكل ملحوظ خلال هذا الفصل في شهر أغسطس بسبب توغل التيارات الجنوبية الغربية الرطبة، ويعتبر شهر أغسطس ممثلاً لفصل الصيف بالنسبة لكافة المحطات.

ويتضح بعد دراسة توزيع الضغط والجريان الجوي العام في المنطقة الجبلية بعسير، أن أمطار فصل الصيف تخضع لآليات التفاعل بين منخفض الهند الموسمي ومنخفض السودان الذي يعرض المنطقة لاصطدام الكتلة الهوائية المدارية البحرية الممتلئة بالرطوبة بجدار السروات، مما ينشط حركة تصاعد الهواء وبالتالي تحقق الآلية الادياباتية التي ينجم عنها أمطار غزيرة على جرف السروات وخاصة السفوح المواجهة. وتمكن هذه الآلية من تحديد الشروط العامة الواجب توفرها لتحقيق الآليات الموسمية الصيفية المطيرة كما يلي :

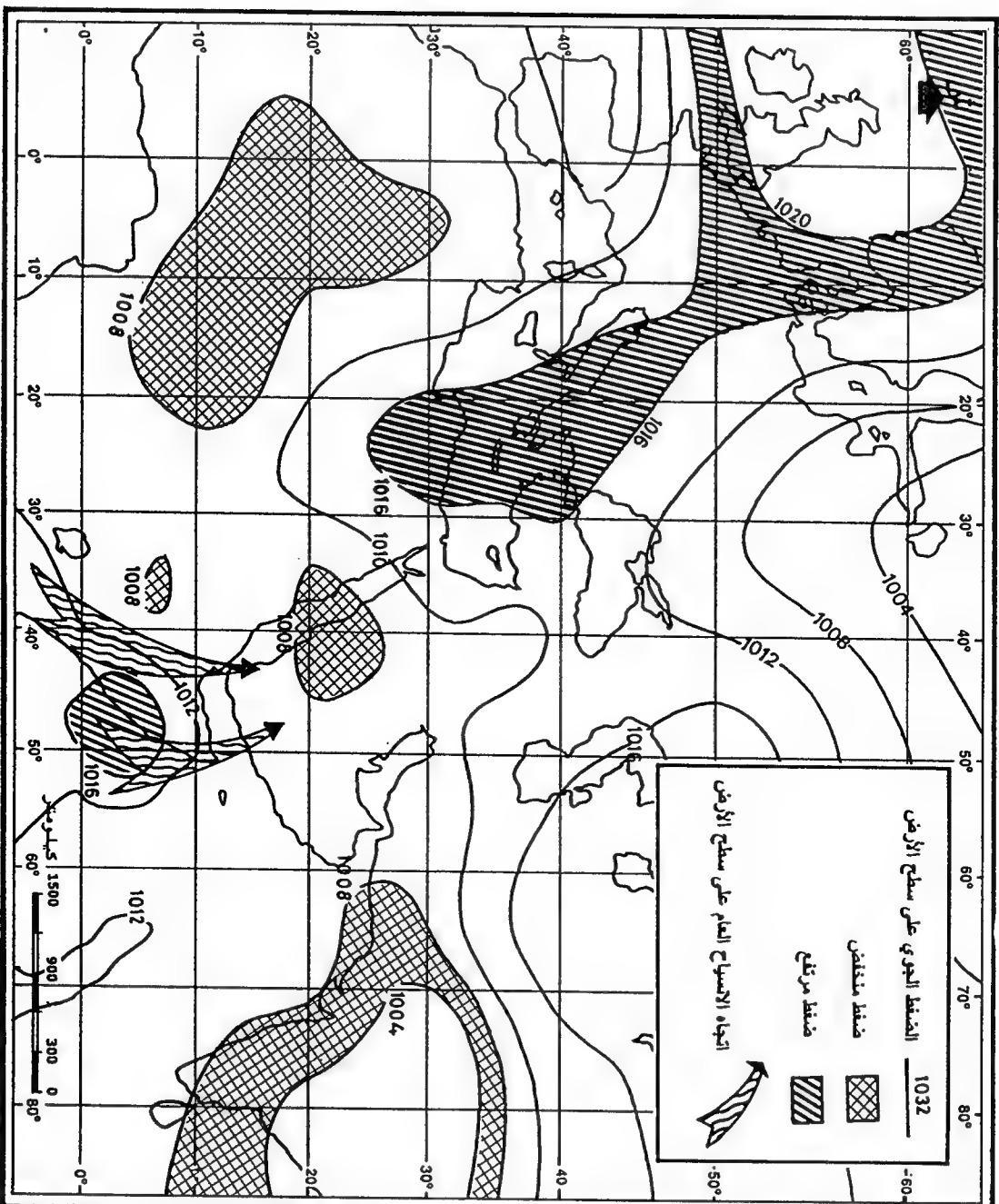
١. تحقق الوضعيات الجوية المناسبة في مستوى ٥٠٠ مليونار بشكل تسمح به "الرياح الجيوسنتروفية" الغربية العامة السريعة في جعل الجريان الجوي السائد أو السينوبتي على سطح الأرض من توجيه تيار جنوبي جنوبي غربي على جبال السروات.
٢. أن تكون الوضعيات المتعلقة بتوزيعات الضغط الجوي على سطح الأرض قادرة على استدراج واستقطاب الهواء المداري الحار والرطب باتجاه جبال السروات التي تشكل الحاجز الأوروغرافي (الجبلي) القادر على استمطار هذه الرياح
٣. تركز الخلية الغربية لمنخفض الهند الموسمي على أواسط الجزيرة العربية التي سيتيح تعمقها القيام بهذا الدور الاستقطابي للرياح الجنوبية الغربية.
٤. تحقق آليات التصاعد المجبر وتحقق الآليات الأدياباتية داخل هذه الرياح المتصاعدة التي تمكن من حدوث عدم الاستقرار الذي سيلاحظ بحدوث وتطور التغييم لمختلف أنواع الغيوم الركامية "الكومولوس" cumulus، التي ستحقق في وقت لاحق أمطاراً مهمة على جبال السروات بمنطقة عسير.

#### - بدايات تكوين الموسميات الصيفية.

أخذاً في الحسبان الموقع الفلكي لأراضي المملكة العربية السعودية بشكل عام والمنطقة الجبلية بعسير بشكل خاص، وحركة الشمس الظاهرية التي تسمح بورود الأشعة الشمسية على المنطقة بزاوية كبيرة تتراوح بين ٥٠° - ٥٥° من بداية الربيع الفلكي فإن التسخين العام على أراضي الجزيرة العربية يبدأ بالتفاقم مع نهاية مارس وبداية أبريل. ويعتبر هذا التسخين من أهم الخصائص المناخية للجزيرة العربية إذ يصبح العامل المتحكم والمهيمن على الظروف المناخية الأخرى رويداً رويداً كلما تقدمنا إلى قلب الصيف، وذلك نتيجة للتراجع التدريجي لكامل النظام القطبي في نصف الكرة الشمالي نحو العروض الأكثر شمالية. شكل (٢٣) يعكس بشكل واضح بداية التسخين وتراجع النظام القطبي لنصف الكرة الشمالي، مع ملاحظة تقدم منخفض الهند الموسمي الذي يحاول التقدم نحو الشرق مكوناً بداية لخلية عربية له ١٠٠٨ مليونار، كما تبدو بشكل واضح خلايا ضغط المنخفض الحراري التي بدأت بالتكون على الجزيرة العربية والصحراء الكبرى، وتقهقر اللسان البارد "الانسياح البارد" على البحر المتوسط المركزي سامحاً للنظام الجنوبي الغربي العام بالاستتباب على الأجزاء الجنوبية الغربية للمملكة ولعسير بشكل خاص.

شكل (٢٣)

الوضعية الجوية ليوم ٢٩/٤/١٩٩٩م، بيانات التسخين وتراجع النظام القطبي وبداية سيطرة المنخفض الهندي الموسمي.



\* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والظفران، التحليل من الباحثة.



ولقد سجلت محطات الأرصاد الجوية التابعة للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة في يوم ١٩٩٩/٤/٢٩، عناصر الطقس في ذلك اليوم القياسات التالية:

يوم ١٩٩٩/٤/٢٩ م	أبها	خميس مشيط
متوسط الضغط الجوي	٧٩٣,٧	٧٩٧,٢
درجة الحرارة العظمى اليومية	٢٧,٥	٢٩,٧
درجة الحرارة الصغرى اليومية	١٤,٠	١٣,٤
الرطوبة النسبية العظمى	%٧٧	%٧٧
الرطوبة النسبية الوسطية	%٤٦	%٥٠
اتجاه الرياح السائدة	S	SW
سرعة الرياح	٩,٣ كم/س	١١,١ كم/س
الأمطار	-	٤,٦ ملم

ومع تطور التسخين التدريجي تصبح هذه الآلية أكثر وضوحاً ويستتب العمل المشترك بين منخفض الهند الموسمي بخليته العربية ومنخفض السودان.

### ج- فصل الشتاء.

تعتبر المعدلات المطلقة في فصل الشتاء لجميع المحطات في المنطقة الجبلية بعسير في المرتبة الثالثة بعد فصل الصيف من حيث كمية الأمطار، إذ بلغت نسبة أمطاره من مجموع المعدل السنوي بمحطات المنطقة ١٧,٣% وبلغ المعدل المطلق للأمطار هذا الفصل ٣١,٧ مم على مستوى منطقة الدراسة جدول (١٠) ونظراً لأن نسبة أمطار هذا الفصل بالإضافة لمعدله قريبة من فصل الصيف فهذا يعني أهمية هذا الفصل في المنطقة الجبلية بعسير.

ويمثل فصل الشتاء شهور ديسمبر ويناير وفبراير، ونظراً لزيادة انخفاض انحدار (غراديان) درجة الحرارة الناجمة عن الارتفاع التضاريسي في هذا الفصل، مما يؤدي إلى زيادة تكاثف بخار الماء في مستويات التكاثف للبحر الأحمر، فإن معدلات الأمطار تعبر عن ذلك في محطات عسير الجبلية خاصة في الارتفاعات العالية. ويُعد شهر يناير ممثلاً جيداً لهذا الفصل بالنسبة لكافة محطات المنطقة.

وتخضع بشكل عام آلية هطول الأمطار فوق المنطقة الجبلية بعسير في فصل الشتاء إلى آلية الأمطار الاضطرابية التي تنشأ فوق البحر الأبيض المتوسط، نتيجة تقابل الكتل الهوائية شبه القطبية الباردة مع الكتل الهوائية المدارية الرطبة، وينجم عن تلاقيها حالة من عدم الاستقرار

تؤدي إلى سقوط الأمطار بغزارة على جبال السروات بمنطقة عسير وخاصة الأجزاء الشمالية القريبة من نفوذ الاضطرابات الجوية الشمالية، حيث يقل تأثير هذه الاضطرابات كلما اتجهنا جنوب منطقة عسير أو الجهات الشرقية التي تمثل ظل المطر، ويمكن في هذا الفصل الذي يعد بحق فصل نشاط المرتفعات الجوية، وخاصة المرتفع القادم من سيبيريا الذي يوجه على الجزيرة العربية هواء بارداً منعشاً يسمح بانخفاض ملاحظ لدرجات الحرارة ليلاً، وهيمنة للشروط القارية المثالية على كل أجزاء الجزيرة العربية "عدا منطقة السواحل". تستشعر جبال السروات والأراضي المرتفعة في عسير هذه الوضعيات الجوية للضغوط المرتفعة بتكون ظاهرة الضباب الذي يصبح حادثة ليلية مستمرة لمعظم ليالي الشتاء. في الواقع يلاحظ تكون الضباب ابتداءً من مستوى ٢٠٠٠ م منذ الساعة الثامنة مساءً، وهذا دليل على شدة التبريد الليلي (التبريد الإشعاعي ليلاً) في هذه الأراضي الجبلية، والذي يستمر إلى الساعات الأولى من الصباح، حيث يبدأ بالتلاشي مع شروق الشمس رويداً رويداً الضباب المتكاثف والواقع فوق كافة السطوح الباردة وفي مثل هذه الليالي الضبابية يعد الضباب المصدر الثاني للرطوبة بعد أمطار الشتاء، وعليه فإن للضباب أهمية لكونه مصدراً مهماً لمياه التكاثف في المنطقة الجبلية بعسير، حيث أثبتت الدراسات الحديثة أهمية مياه تكاثف الضباب على الأراضي الجبلية في هوامش الجزيرة العربية. المهيري، (٢٠٠١م).

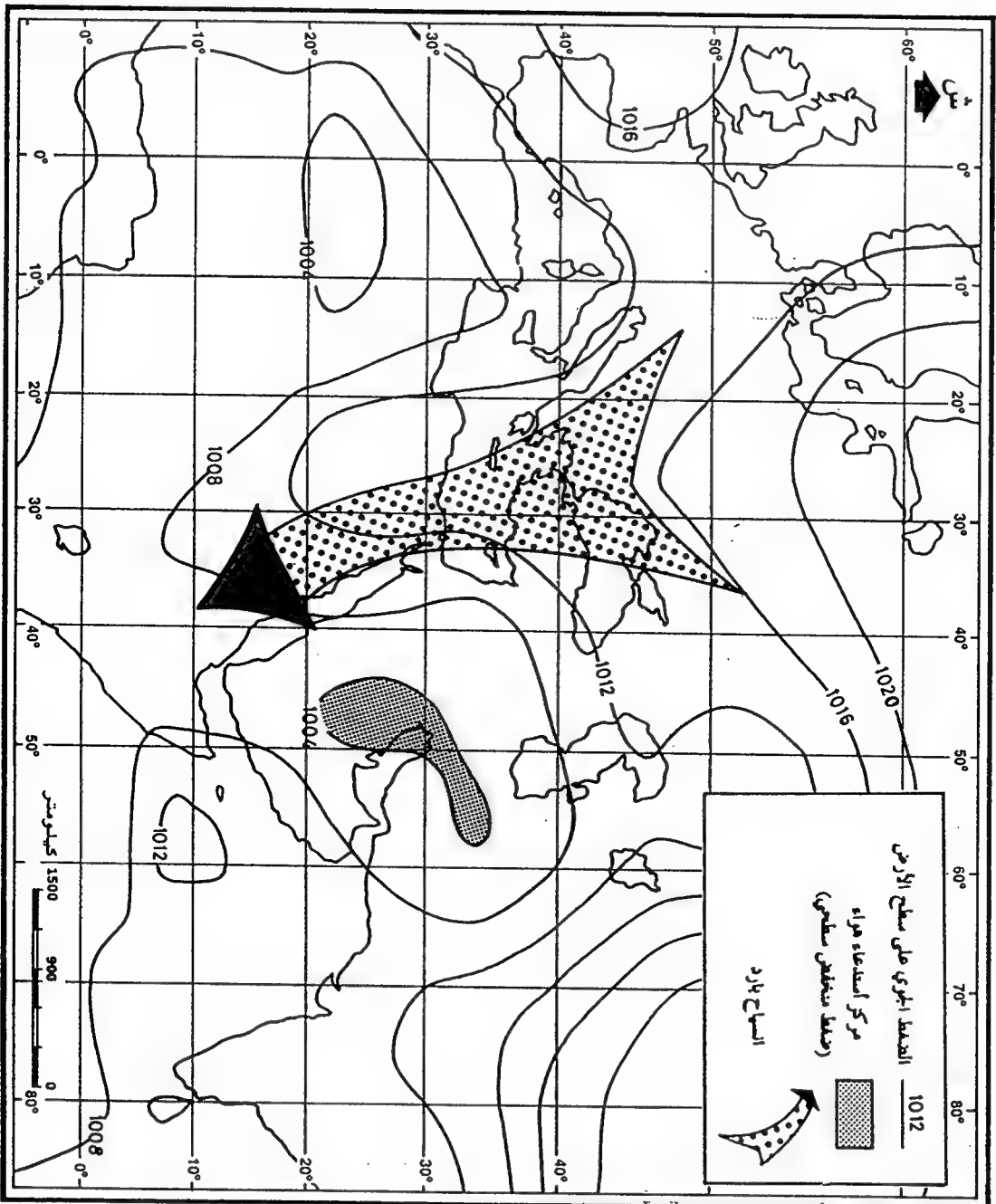
دراسة لبعض الوضعيات الجوية الرئيسية المولدة للأمطار "دراسة حالة".

#### أ- الانسياحات الباردة السطحية.

تخضع الجزيرة العربية في فصل الربيع لبداية ارتفاع تدريجي في درجات الحرارة وإلى سيطرة الضغط المنخفض العربي (المحلي)، وقد يلتحم هذا المنخفض مع منخفض الهند الموسمي، ونتيجة لذلك الالتحام يشتد تعمق خلية الضغط في المنخفض العربي على الجزيرة العربية. وفي كلتا الحالتين تمثل هذه الخلية مركز استدعاء للهواء مما ينجم عنه جذب الكتل الهوائية القارية شبه القطبية الباردة وتقابلها مع الكتلة الهوائية المدارية البحرية ونتيجة لهذا التلاقي تتعرض المنطقة الجبلية بعسير إلى كميات غزيرة من الأمطار. شكل (١٢٤) وضعية جوية لفصل الربيع يوم ١٩٩٧/٣/٢٥ الساعة ١٢ ليلاً GMT تمثل تطوراً جيداً لأحد الانسياحات الباردة مدعوم على خرائط الجو العليا بتجيب عميق على جنوب مصر ومواز للسواحل الغربية للبحر الأحمر. ولاشك أن هذا التجيب أدى إلى تحريض تيار جنوبي - جنوبي غربي معاكس مدعوم على سطح الأرض بتكون خلية من الضغط المنخفض السطحي، التي تقوم بعمل استدعائي مهم ومبلور للتيار الجنوبي العام على جبال السروات. تعرضت المناطق الجبلية في هذا اليوم لهطول أمطار مهمة وغزيرة حيث سجلت مدينة أبها أمطاراً تزيد عن ١٠٠ مم حسب السجلات اليومية للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة إذ بلغت ١٩,٩ مم، وقد جاءت

شكل (٢٤-١)

الوضعية الجوية ليوم ٢٥/٣/١٩٩٧م الساعة ١٢ ليلا، الاسيحات  
الباردة العيقة لفصل الربيع.



\* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من  
الباحثة.

هذه الأمطار مع اتجاه رياح سينويتي جنوبي غربي وهو الاتجاه الأكثر جلباً للأمطار الموسمية الربيعية الديناميكية الممطرة على الأراضي الجبلية بعسير. وفي هذا اليوم تعمق الضغط الجوي هبوطاً إلى أقل من ٧٩٠ مليباراً في أبها، ولم تتعد درجات الحرارة الوسطى ١٢,٩ م، حيث بلغت درجة الحرارة العظمى اليومية ١٥ م والصغرى ١٠ م، وعلى العكس من ذلك فقد سجلت الرطوبة النسبية قيمة عظمى تزيد عن ٩٠ % الأمر الذي يؤكد الرطوبة العالية المحمولة مع التيار الجنوبي والجنوبي الغربي غير المستقر في هذا اليوم جدول (١١).

هذه الوضعية التي ما برحت في التطور والتبلور كما هو الحال في شكل (٢٤ ب) الذي يدل على تطور مركز الرياح الجنوبية على الأجزاء الجنوبية الغربية والجنوبية للجزيرة العربية. إن اصطدام هذه الرياح الجنوبية المهم بجبال السروات التي تفوق ارتفاعاتها ٣٠٠٠ م يؤدي إلى استمطارها بشكل غزير، خاصةً لكون هذه الرياح الجنوبية محرّضة ديناميكياً بواسطة الانسياب البارد العلوي الذي أدى إلى حالة عدم استقرار مطلق للأجواء فوق المنطقة الجبلية بعسير، بالإضافة إلى استدعائها سطحياً بواسطة خلايا الضغط المنخفض التي مالبثت، رويداً رويداً، في التقدم شرقاً لكي تنتهي هذه الحالة الديناميكية الواضحة في شكل (٢٤ ج)، حيث يلاحظ في نفس الوقت تراجع للانسياب الهوائي البارد وتلاشي الانسيابات الجنوبية الغربية المعوضة.

#### ب- الوضعيات الجوية الانتقالية لنهاية سيطرة المرتفع السيبيري.

تخضع المملكة بما فيها جبال السروات بمنطقة عسير في فصل الشتاء بسبب شدة انخفاض درجات الحرارة على الياض إلى تأثيرات المرتفع السيبيري الذي يتقدم من شمال سيبيريا على شكل لسان بارد يغطي كافة شبه الجزيرة العربية و نتيجة لقرب منخفض الهند الموسمي ومنخفض السودان من المنطقة الجبلية بعسير يسود المنطقة حالة من عدم الاستقرار بسبب تقابل جبهات الكتلة الهوائية القارية شبه القطبية و الكتلة الهوائية البحرية المدارية و ينشأ من هذا التقابل اضطرابات جوية عنيفة يصاحبها سقوط أمطار غزيرة بسبب اختلاف خصائصهما الحرارية و الرطوبة وخاصة في مرحلة بداية تدهور وتراجع المرتفع السيبيري. شكل (١٢٥) وضعية جوية لفصل الشتاء يوم ١١/١/١٩٩٩م الساعة ١٢ ليلاً GMT، تمثل إحدى حالات الانسياب البارد على شبه الجزيرة العربية بواسطة المرتفع السيبيري في مرحلة تراجعه وتدهوره وهي بداية إنقضاء جبهتي مهم بين هواء شبه قطبي وهواء مداري استوائي حار على منطقة السروات، حيث تتبلور هذه الوضعية رويداً رويداً، وتتطور فاعليات التلاقي على جنوب غربي المملكة نتيجة لضعف السيطرة على هوامش المرتفع السيبيري وتطور للانسيابات الحارة، مما يؤدي إلى هطول أمطار مهمة مع تراجع هذا اللسان البارد المدعوم بالضغط المرتفع على سطح الأرض، حيث سجلت البيانات اليومية جدول (١١) لمدينة أبها أمطاراً تزيد عن ٤٠ مم.

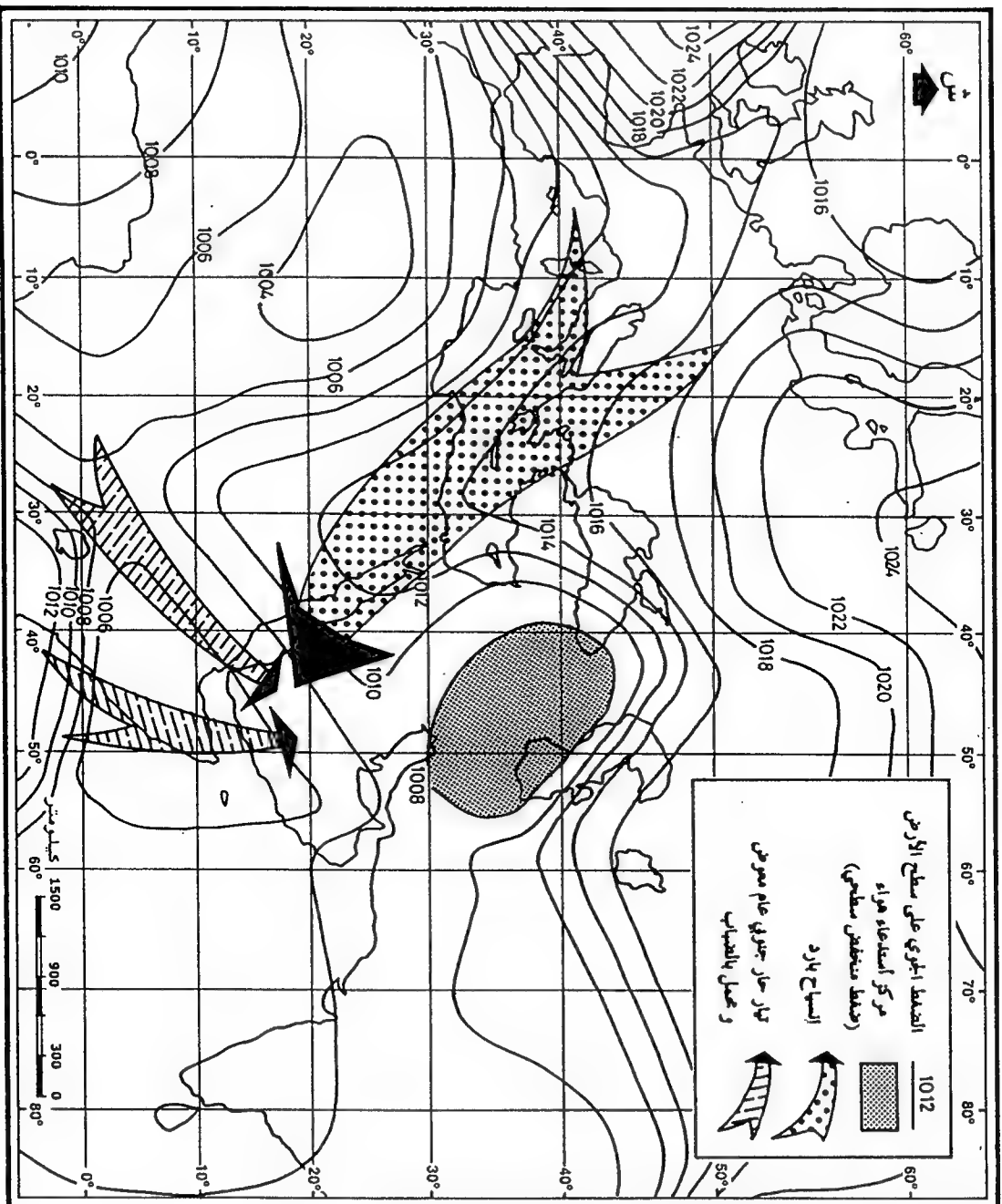
جدول (١١)  
العناصر الجوية المحققة على سطح الأرض لكل من محطتي أبها - خميس مشيط  
لبعض الوضعيات الجوية المختلفة الموردة للأمطار على جبال السروات .

ملاحظات	اليوم	الأمطار مم	اتجاه الرياح	س/الرياح ك/ك	الرطوبة النسبية (%)		الضغط الجوي مليبار		الحرارة °م		المحطة
					mm	mx	mm	mx	mm	mx	
الشتاء	١٩٩٩/١/١١م	٤٣,٣	NNW	٧,٤	٨٨	٩٧	٧٩٦	٧٩٩	٦,٨	١٢	أبها
	١٩٩٩/١/١١م	٢٥,٥	E	٩,٣	٨٢	٩٧	٧٩٨,٩	٨٠٢,٥	٧,٤	١٤	خميس مشيط
الربيع	١٩٩٧/٣/٢٩	١١٤,٩	SSW	٣١,٥	٨٣	٩٨	٧٨٨,٢	٧٩٣,٢	١٤	١٧,٢	أبها
	١٩٩٧/٣/٢٩	٩٩,٢	WSW	٢٤,١	٧٢	٩٥	٧٩١,٨	٧٩٦,٢	١١,٦	١٩,٣	خميس مشيط
الصيف	١٩٩٩/٧/٢٣م	٢,٢	S	٥,٦	٢٨	٨١	٧٩١,٤	٧٩٥,٣	١٦	٢٨,٥	أبها
	١٩٩٩/٧/١٣م	٢٠,٦	WSW	١٦,٧	٣٢	٩٠	٧٩٣,١	٧٩٦,٢	١٥	٣١,٥	خميس مشيط
الخريف	١٩٩٩/٢/٩م	٨,٦	S	١٣	٣٢	٩٣	٧٩٢,٣	٧٩٥,٥	١٥	٢٧,٦	أبها
	١٩٩٩/٢/٩م	٤,٥	SW	٥,٦	٢٤	٨٤	٧٩٥,٦	٧٩٨,٨	١٧	٣١,٣	خميس مشيط

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

شكل (٢٤ - ب)

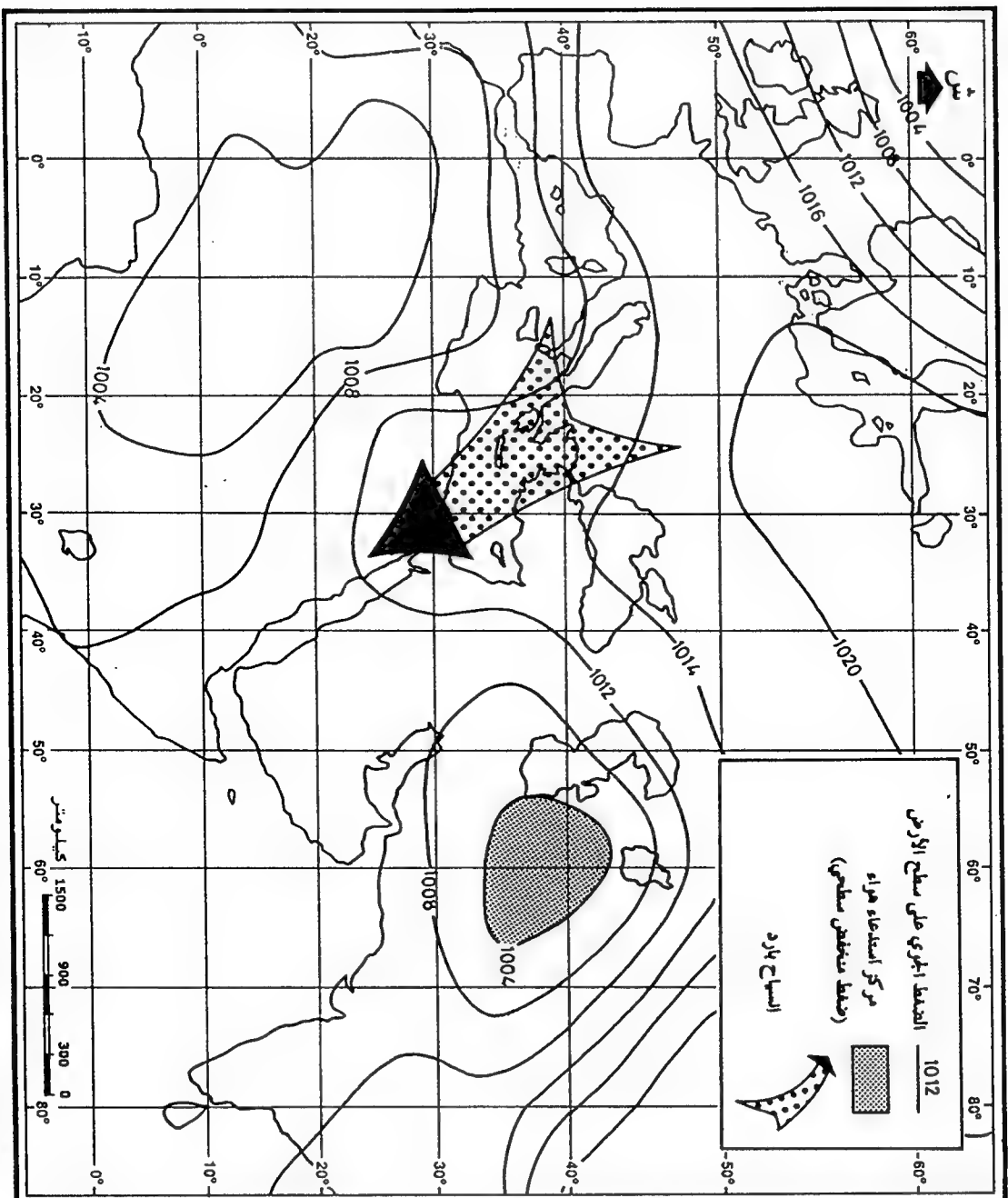
الوضعية الجوية ليوم ١٩٩٧/٣/٢٥ م الساعة ١٢ ظهراً، استتباب الجريان الجنوبي الغربي على السروات، نموذج للاستباحتات الجنوبية الغربية المعوضنة.



\* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

شكل (٢٤ - ج)

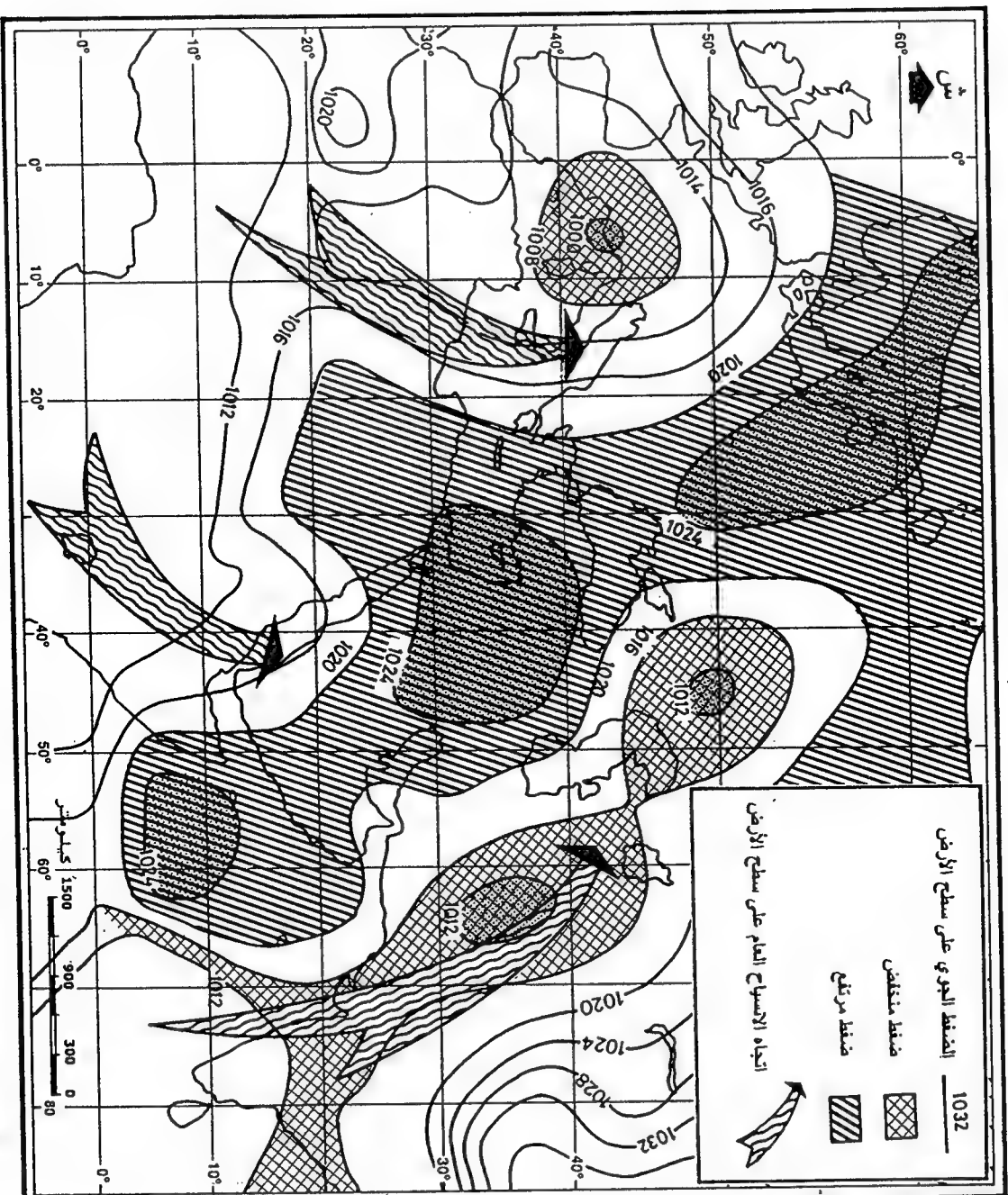
الوضعية الجوية ليوم ١٩٩٧/٣/٢٥ الساعة ٦ مساءً، ثلاثي الاسياحات الجنوبية الغربية  
وتقهقر الاسياح البارد وتقدم المنخفض شرقاً.



\* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

شکل (۲۰-۱)

الوضعية الجوية ليوم ١١/١/١٩٩١م الساعة ١٢ ليلاً، تفاعل الهواء المداري الرطب مع الكتلة القارية شبه القطبية المرتفع السيبيري في مرحلة تراجعه.



\* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحث.



وقد بلغت حسب السجلات اليومية للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة ٤٣,٣ مم، كما استطاع الضغط الجوي في أبها الهبوط إلى ٧٩٦ مليباراً، وبلغت درجة الحرارة العظمى ١٢م والصغرى ٦,٨م في حين سجلت الرطوبة النسبية قيمةً عظمى تقدر بـ ٩٧%.

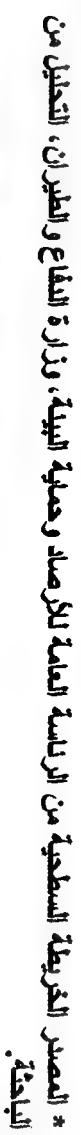
ويوضح شكل (٢٥ ب) تطور الوضعية بعد ست ساعات، حيث يلاحظ تراجع مهم للمرتفع السيبيري وتقدم لمنخفض السودان على محور البحر الأحمر مع استتباب تيار متعاود مع جدار السروات.

ومن الجدير بالذكر أن التراجع البطيء الذي يمارسه المرتفع السيبيري سيساعد على زيادة زمن التلاقي بين الكتلة الهوائية شبه القطبية الملاحظة فوق الجزيرة العربية والتيار الهوائي المداري الحار المعوض والمتمحور على البحر الأحمر، ونستطيع القول: إن تطور عملية تراجع وتقهقر اللسان البارد السيبيري يعني عودة الفاعليات الاضطرابية للمنخفضات الجوية. وفي ما بعد سيكون كل شيء مرتبطاً بطبيعة وضعيات الضغط المنخفض وشدة وضوحها أو استتبابها على سطح الأرض وبالتالي تحقق لإمكانية هطول الأمطار أو في ما إذا كان الأمر يتعلق بوضعيات انتقالية لا تسمح بتطور أجواء عدم الاستقرار على المنطقة الجبلية بعسير.

#### ج- دور المنخفضات المتوسطة.

تشكل الفاعليات الاضطرابية التي تنشأ من خلايا البحر الأبيض المتوسط نسبة تتراوح بين ١٠-١٥% من جملة الفاعليات الاضطرابية للنظام القطبي في نصف الكرة الشمالي. وتعتبر هذه الفاعليات من أهم الفاعليات الاضطرابية بالنسبة للعالم العربي حيث تسمح بهطول أمطار على هوامشه الشمالية والشرقية بشكل خاص. وتسمح الملاحظة المستمرة لهذه الفاعليات المتوسطة الاهتمام بشكل خاص بالفاعليات الناتجة عن خلية البحر الأبيض المتوسط الشرقي التي يمكن تسميتها بالخلية القبرصية وذلك نظراً للنتائج المهمة التي تتركها وراءها وهي الاضطرابات المتوسطة الشرقية ليس فقط على بلاد الشام وشمال الجزيرة بل وعلى الهوامش الجنوبية للجزيرة العربية حيث تعتبر الفاعليات الناتجة عن الخلية الشرقية للبحر المتوسط من أهم الفاعليات الاضطرابية على منطقة بلاد الشام والجزيرة العربية. ورغم أنها تولد رياحاً غبارية أو محملة بالرمال أحياناً أخرى على أواسط الجزيرة العربية وذلك حسب شدة الاستدعاء أو الاستقطاب المرتبطة بدرجة تعمق المنخفض المتوسطي الشرقي القادر بموجبه على توجيه تيارات جنوبية جنوبية غربية على المملكة ككل وعلى المنطقة الجبلية في عسير بشكل خاص.

الوضعية الجوية ليوم ١١/١١/٩٩م بعد ٦ ساعات، تراجع المرتفع السبيرري وتقدم منخفض السودان.



وطبقاً للبيانات المتاحة فقد اعتمد يوم ١٩٨٦/٣/١م شكل (٢٦) الوضعية الجوية لفصل الربيع الساعة ١٢ ظهراً GMT توضح آلية النشوء الاضطرابي على خلية المتوسط الشرقي نتيجة لاستتباب انسياع بارد جيد التبلور على البحر المتوسط وتوجه الاضطراب نحو بلاد الشام الأمر الذي أدى إلى تحريض كتلة منخفض السودان على الأجزاء الداخلية للجزيرة العربية، لا شك أن تنشيط منخفض السودان الحراري بواسطة عمليات الاستدعاء أولاً وبسبب العمليات التحريضية ثانياً الناتجة عن الانسياع البارد التي كونت تياراً من الهواء الجنوبي الجنوبي الغربي العام على جبال السروات أدى إلى سقوط أمطار مهمة تم قياسها في أبها لذلك اليوم وكانت ٢٠,٧ مم. أما باقي عناصر الطقس فقد سجلت كالتالي :

متوسط الضغط الجوي	٧٩٢,٢	الرطوبة النسبية العظمى	٩٧%
درجة الحرارة العظمى اليومية	١٩,٤	الرطوبة النسبية الصغرى	٥٤%
درجة الحرارة الصغرى اليومية	١١,٤	الرطوبة النسبية الوسطية	٧٩%
درجة الحرارة الوسطية اليومية	١٣,٧	سرعة الرياح	٢١ كم/س

#### د- الوضعيات الموسمية.

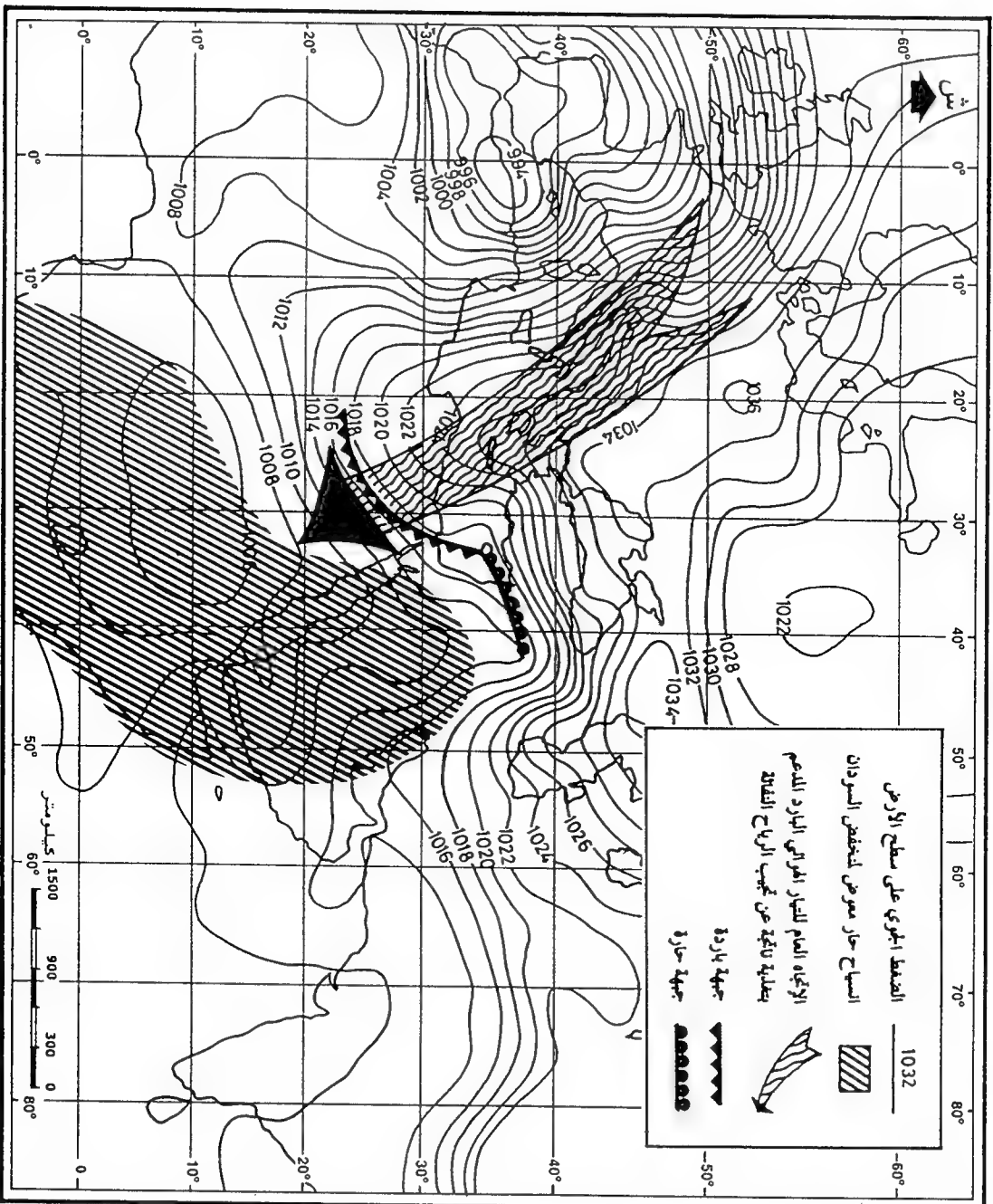
تخضع المملكة بما فيها المنطقة الجبلية بعسير في فصل الصيف إلى اشتداد الحرارة السطحية الأمر الذي يساعد على اشتداد القارية وتطور المنخفضات الجوية على سطح الأرض، وتخضع منطقة عسير الجبلية للأمطار الموسمية الصيفية الناتجة عن التفاعل بين منخفضين حراريين رئيسيين هما:

١. منخفض الهند الموسمي الذي يتكون حينما تشتد الحرارة صيفاً ويستطيع أن يغطي بإحدى خلاياه الغربية الجزيرة العربية، وهو منخفض قاري حراري.
٢. منخفض السودان الذي يلعب دور المنخفض التابع الذي يلبي عمليات الاستدعاء التي يقوم بها منخفض الهند الموسمي، ويعتبر منخفض السودان منخفضاً قارياً حرارياً يتأثر بشكل جيد بخلايا الضغط الأخرى. ولكي تقوم الآلية الموسمية ويتحقق هطول الأمطار على منطقة جبال السروات لابد من توفر الشروط التالية :

- تعمق خلية منخفض الهند الموسمي الواقعة على أواسط الجزيرة العربية إلى ما دون القيمة الحرجة ٩٩٥ مليباراً على سطح الأرض ويلاحظ تعمق الضغط الجوي على الجزيرة العربية بتقارب خطوط تساوي الضغط (الإيزوبار) التي تعبر عن تبلور واضح ومميز للوضعية الجوية على سطح الأرض، ويصبح منخفض الهند الموسمي بخليته العربية متحكماً في الجريان الجوي السطحي، وقادراً على تغيير الجريان السينوبيتي حسب موقعه الجغرافي داخل أراضي الجزيرة العربية.

شكل (٢٦)

الوضعية الجوية ليوم ١/٣/١٩٨٦م، التشويع الاضطرابي على خلية المتوسط الشرقي  
وانسياع بارد لتنشيط منخفض السودان.



\* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

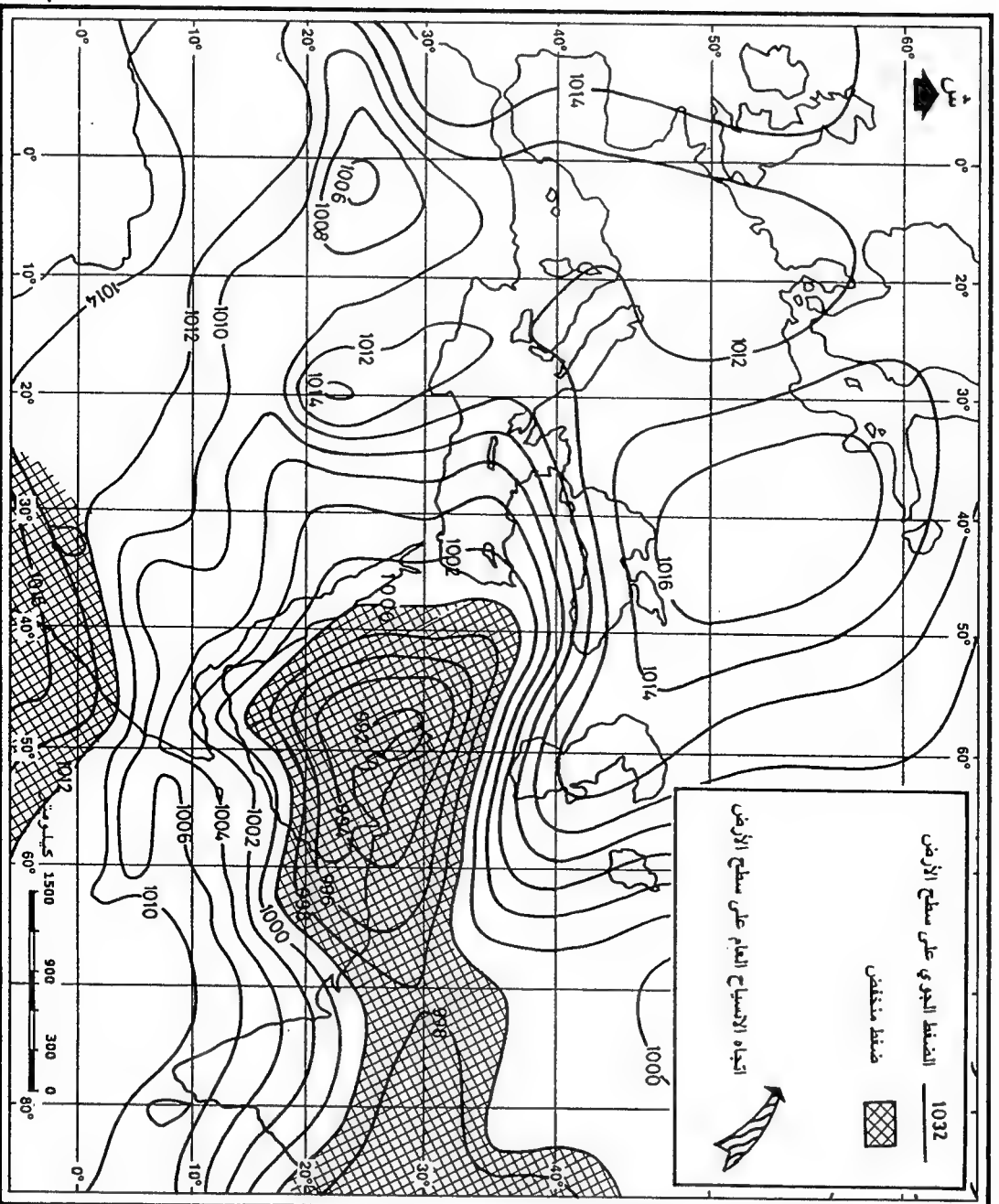
- تَكُونُ استنطالة الخلية العربية لمنخفض السودان الناتج عن استدعاء الكتل الهوائية المدارية والمحملة بالرطوبة، بواسطة المنخفض العربي المتمركز عادة على أواسط الجزيرة العربية.

- تحقق التصاعد المجبر على جدار السروات للرياح المدارية الرطبة التي ستمكن من حصول لهطول للأمطار مؤكداً في حالة تحقق الآليات الأدياباتية للتصاعد.

شكل (١٢٧) وضعية جوية يوم ١٣/٧/١٩٩٩م الساعة صفر GMT، توضح إحدى الوضعيات الجوية النموذجية المولدة للأمطار الموسمية الصيفية على منطقة جبال السروات، كما أكدت البيانات اليومية في جدول (١١) تحقق الحالة الجوية وبداية تفاعل منخفض الهند الموسمي بخليته العربية الواقعة فوق الجزيرة العربية مع منخفض السودان، وفي هذه الوضعية الديناميكية، حيث يلاحظ نشوء خطوط تساوي الضغط (الايروبارية) الملائمة لاستدعاء هوائي جنوبي - جنوبي غربي أو جنوبي غربي يمكن جدار السروات من استثماره بعد تحقق الآلية الأدياباتية للتصاعد المجبر على السفوح المقابلة. وسيتم تكوّن التشكيلات التراكمية للغيوم المعبرة عن أجواء عدم الاستقرار، مما ينجم عنه هطول أمطار غالباً ما تتصف بالشدة والغزارة والتقطع على أعالي جبال السروات، ففي ذلك اليوم تعمق الضغط الجوي على أواسط الجزيرة العربية حيث تؤكد خرائط الضغط الجوي وجود خلية ٩٩٢ مليباراً حتى الساعة ١٢ GMT، ثم بقي هذا السعمق مستمراً طول نهار ذلك اليوم للساعة ١٨ GMT، ثم تلاشت بعد ذلك شكل (٢٧ ج). أما شكل (٢٧ ب) فيؤكد نشاط تفاعل منخفض السودان وتلبيته للعمليات الاستدعائية من قبل الخلية العربية لمنخفض الهند الموسمي، حيث يلاحظ استنطالته باتجاه الشمال والشمال الشرقي الأمر الذي يؤكد استتباب العلاقة بين المنخفضين، كما تسمح اتجاهات الرياح السطحية بإنشاء المحور العام لاتجاه الجريان السطحي بين المنخفضين، واستتباب التيارات الجنوبية الغربية والجنوبية العامة على جدار السروات واستمرار الأمطار. لقد استطاعت محطات المناطق الجبلية بعسير قياس كميات متفاوتة للأمطار تتراوح من T "أثار مطر" في محطة أبها إلى ما يزيد عن ٢٠ مم في محطة خميس مشيط، بينما استقبلت بعض محطات الدراسة الواقعة على أعالي السفوح الغربية كميات تفاوتت بين ١٠ - ٢٢ مم أمطار في ذلك اليوم. أخذاً في الحسبان عدم قياس ساعات هطول الأمطار ولا مدة الهطول، فإن البحث في كثافة هطول الأمطار في الموسميات الصيفية سيبقى مستحيلاً إلا أن الملاحظة اليومية لهطول هذه الأمطار تؤكد غزارتها القادرة على تكوين السيول المائية الفيضانية المعروفة من قبل سكان هذه المناطق، وتكمن أخطار هذه الأمطار أحياناً بما تلحقه من أضرار في المنتزهات الوطنية مثل منتزه الدلغان والسودة ومنتزه الضباب والقرعاء.... الخ. وعلى ضوء تأثر المنطقة بمراكز الضغط السابقة، تتعرض منطقة جنوب البحر الأحمر إلى تيار هوائي جنوبي غربي موسمي ممطر من المحيط الهندي. كما تهب تيارات هوائية حارة من صحراء الربع الخالي تعرف محلياً باسم السموم في اتجاه الشمال الغربي.

# شكل (٢٧ - أ)

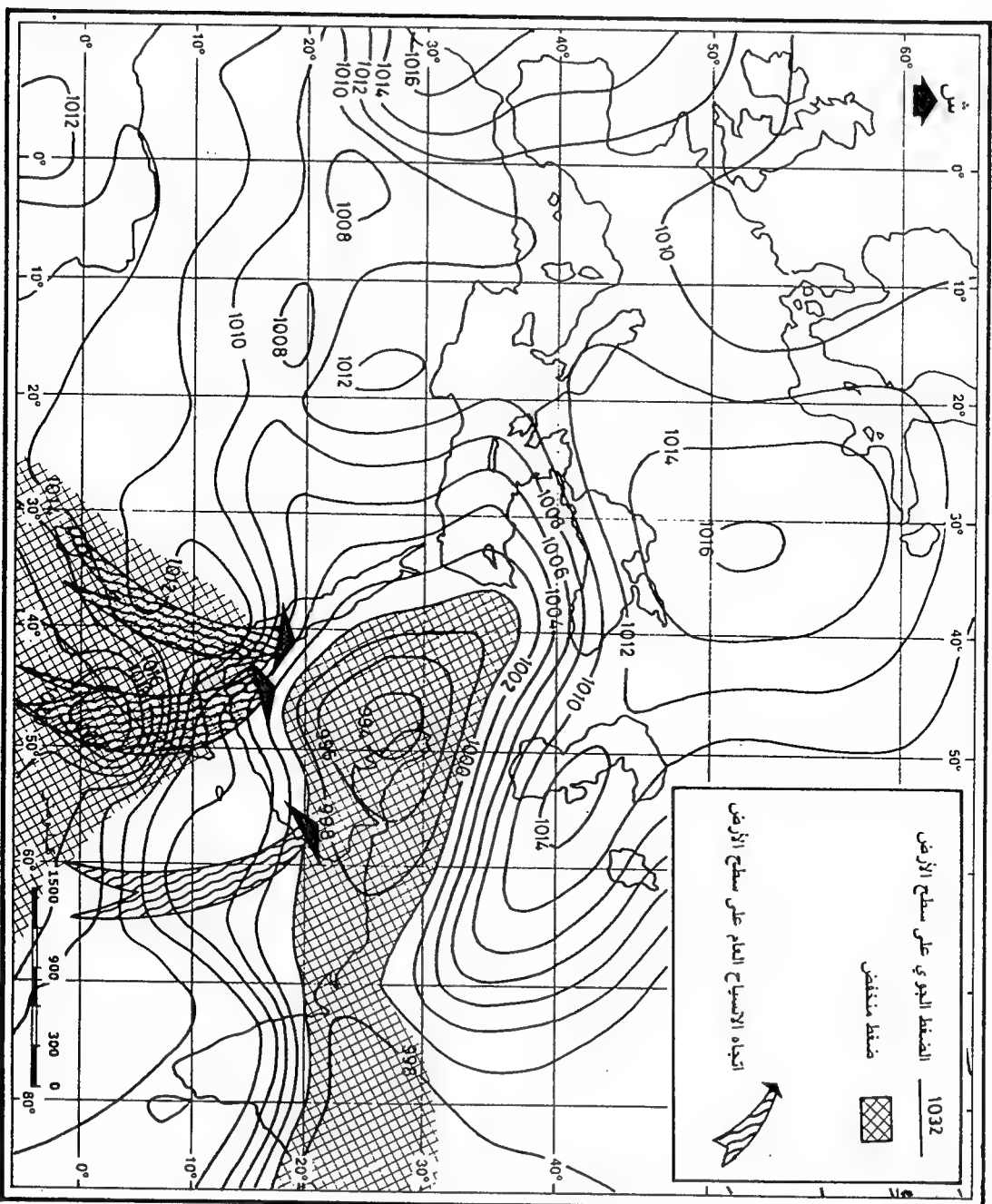
الوضعية الجوية ليوم ١٣/٧/١٩٩٩م الساعة ١٢ ليلاً، بداية تفاعل منخفض الهند الموسمي بخليته العربية مع منخفض السودان.



\* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

# شكل (٢٧ - ب)

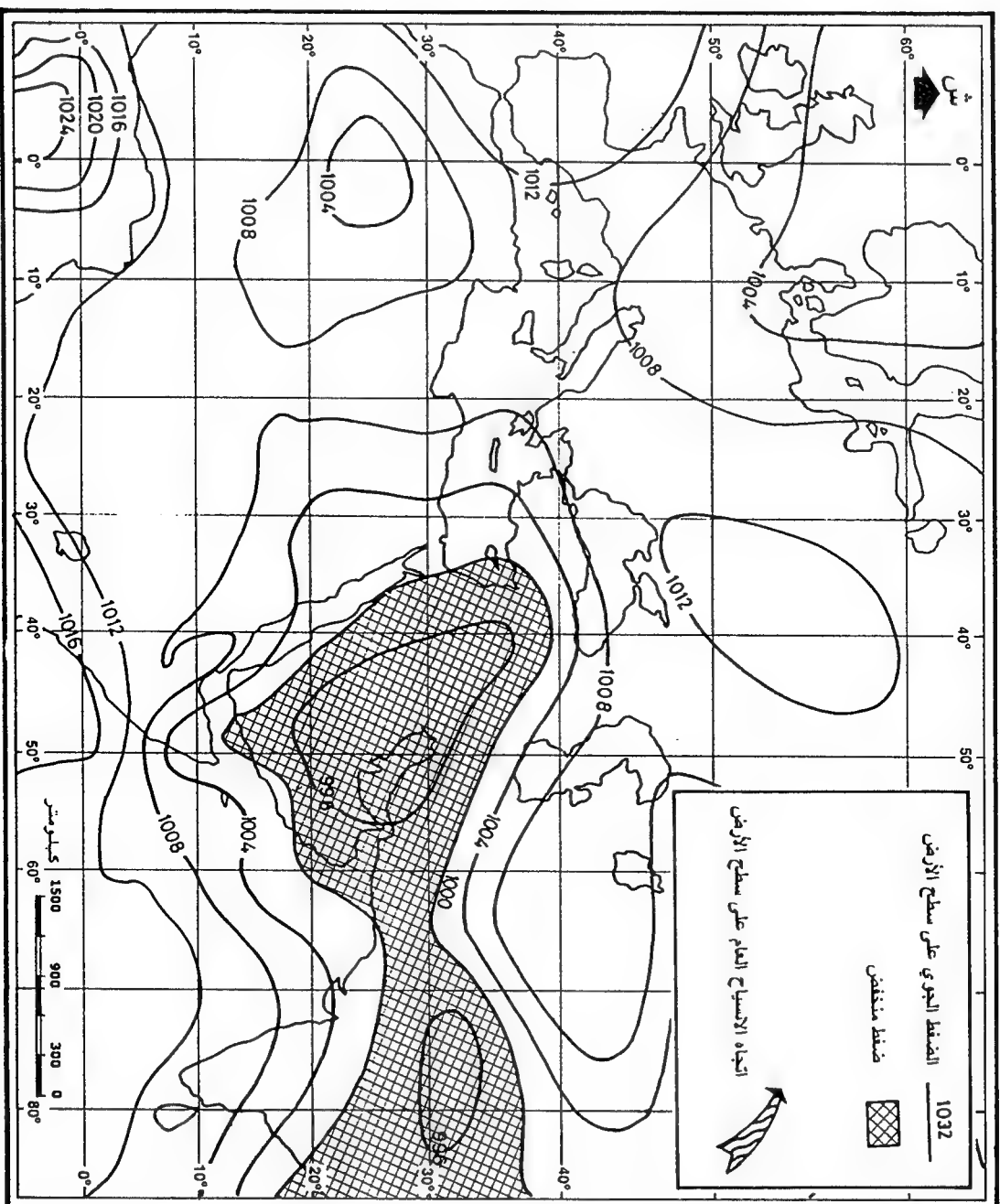
الوضعية الجوية ليوم ١٣/٧/١٩٩٩م الساعة ٦ صباحاً، تأكيد نشاط  
تفاعل منخفض الهند الموسمي مع منخفض السودان.



\* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من  
الباقة.

# شكل (٢٧-ج)

الوضعية الجوية ليوم ١٣/٧/١٩٩٩م الساعة ٦ مساءً، تلاشي التفاعل المشترك بين منخفض الهند الموسمي ومنخفض السودان.



\* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.



### هـ - الموسميات المتأخرة في المنطقة الجبلية بعسير.

يمتد فصل الصيف نتيجة للموقع الفلكي لأراضي الجزيرة العربية وتعرضها لمستويات عالية من الكثافة الحرارية المرتبطة بزاوية ورود الأشعة الشمسية على مدار السنة وخاصة منذ اللحظة التي تزداد بها هذه الزاوية عن ٤٥° أي مع بداية شهر أبريل وحتى نهاية شهر سبتمبر، حيث يلاحظ تفاقم التسخين الحراري بشكل يهيمن به "المناخ الحراري" على الفاعليات المناخية والطبيعية الأخرى. تعكس الوضعيات الجوية هذا التسخين الحراري ويحدث إمكانية تبلور وضعيات شبيهة بالوضعيات الموسمية الصيفية بعد نهاية الصيف الفلكي على أراضي المملكة نظراً لتوفر القاعدة الجغرافية الملائمة للتسخين السطحي، وبالتالي يكفي أن يتحقق تعمق المنخفضات المرتبطة بالآلية الموسمية حين تسمح وضعية خطوط تساوي الضغط (الأيزوبارية) والتفاقم الحراري بذلك.

ويعتبر التفاقم الحراري من الشروط الجغرافية الرئيسة التي يجب أن تتحقق لحدوث هذه الآليات كتتابع مؤخر في أراضي الجزيرة العربية لأنظمة الرياح القارية خاصة في أواخر الصيف. شكل (٢٨) وضعية جوية يوم ١٩٩٩/٩/٢م الساعة ١٢ ظهراً GMT، تمثل إحدى الحالات الموسمية الصيفية المتأخرة على جبال عسير بداية تلاشي منخفض الهند الموسمي وضعف تبلور منخفض السودان، حيث توضح توزيعات الضغط الجوي العمل المشترك القائم بين منخفض الهند الموسمي الذي لا يتعدى الضغط في خليته العربية ١٠٠٠ مليبار وخلايا منخفض السودان التي لا تعبر عن ضغط منخفض حراري بقدر ما تعبر عن وضعية "المستتقع البارومتري" نتيجة لتلاشي خطوط الضغط وعدم تبلورها الواضح. وتسهل هذه الوضعية الاستجابة للاستقطاب الذي تمارسه خلية المنخفض القاري العربي رغم ضعفها ويسمح ذلك بتوجيه تيار جنوبي غربي عام تقوم جبال السروات باستهطاله. ولقد سجلت عناصر الطقس في ذلك اليوم كالتالي :

يوم ١٩٩٩/٩/٢م	أبها	خميس مشيط
متوسط الضغط الجوي	٧٩٣,٧	٧٩٧,٠
درجة الحرارة العظمى اليومية	٢٧,٦	٣١,٣
درجة الحرارة الصغرى اليومية	١٥,٠	١٧,٠
الرطوبة النسبية العظمى	٩٣%	٨٤%
الرطوبة النسبية الوسطية	٧٠%	٦٩%
اتجاه الرياح السائدة	S	SW
سرعة الرياح	١٣ كم/س	٥,٦ كم/س
الأمطار	٨,٧ مم	٤,٥ ملم

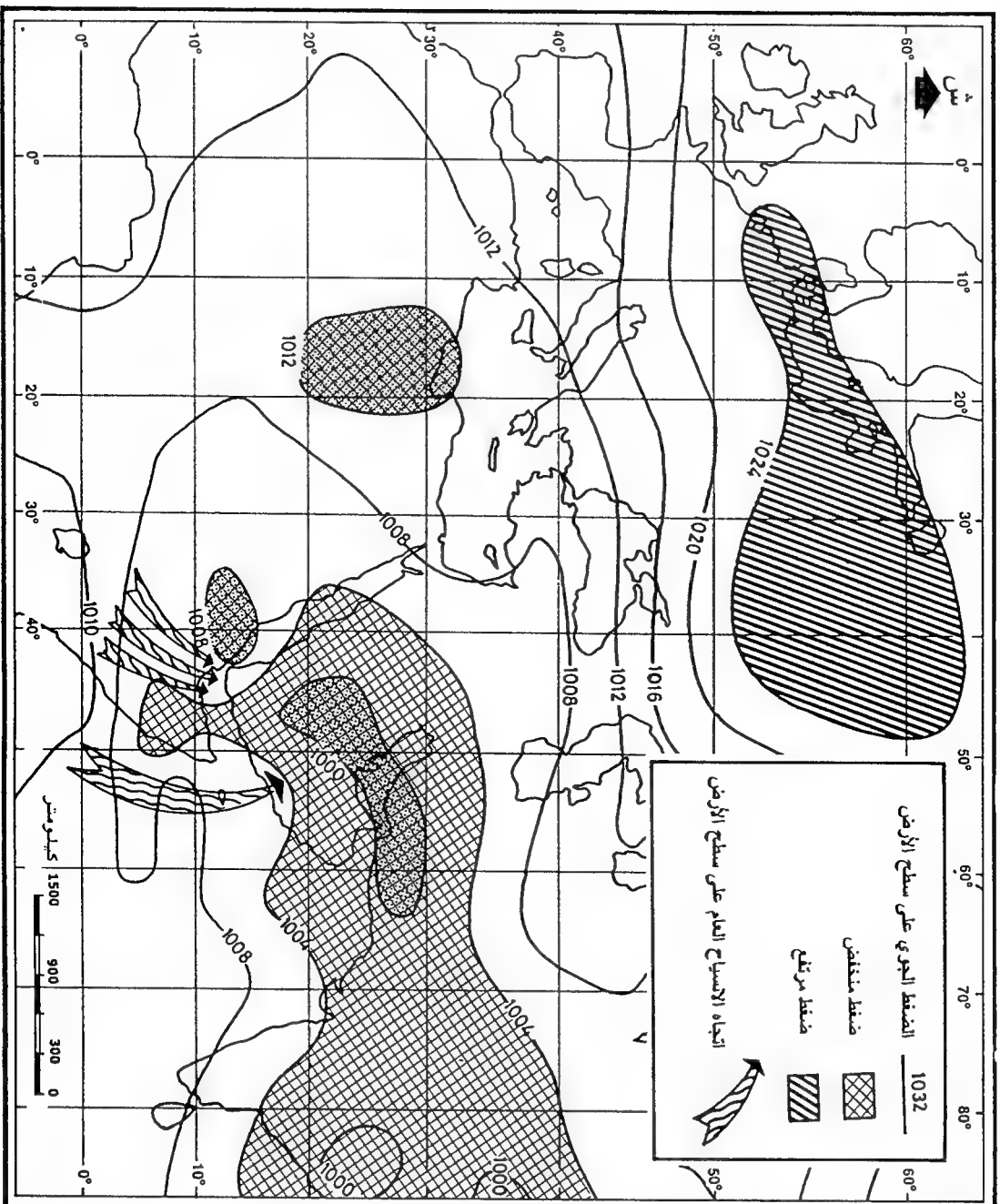
إذا تخضع الأراضي الجبلية في منطقة عسير بشكل مباشر لجغرافيتها ليس فقط من حيث تأثير مختلف عناصر المناخ، بل كذلك من حيث الأمطار الهائلة على سفوح هذه المنطقة التي هي موضوع هذه الدراسة. وبعد ذلك للأنظمة البيئية الناشئة التي يمكن تسميتها بحق "بالنظمة عسير البيئية الجبلية"، ولقد وجدنا من خلال هذا العمل الذي أردنا منه توضيح "البيئة الديناميكية للمناخ" من خلال الوضعيات الجوية الأكثر تبلوراً ووضوحاً أن هذه الأمطار هي أولاً وأساساً أمطار ناتجة عن التصاعد المجبر، أي أنها أمطار تضاريسية "أوروغرافية" مهما كانت القواعد التي حرضت نشوء التيارات الجنوبية الغربية المهتلة للأمطار على هذه الأراضي.

إن التسامي المواجه لهذه التيارات الجنوبية والجنوبية الغربية من قبل سفوح هذه الجبال إلى أكثر من ٣٠٠٠ م أي إلى مستويات تفوق مستويات تكاثف البحر، الأمر الذي جعل إمكانية استمطار هذه التيارات مجرد تحقق الآلية الأدياباتية عن سرعة تصاعد محددة.

ومن هنا فإننا نستشعر آفاق بحث علمي نُقَوِّم وتوضح العلاقات بين السرعات السطحية للرياح، وتحقق الآليات الأدياباتية التي يمكن أن توضح بوثائق أكثر تطوراً مثل تلك الخاصة بالسبر الجوي.

# شكل (٢٨)

الوضعية الجوية ليوم ١٩٩٩/٩/٢ م الساعة ١٢ ظهرًا، بداية تلاشي منخفض الهند الموسمي وضمف تبلور منخفض السودان.



\* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

### الفصل الثالث

#### الخصائص المناخية في الأراضي الجبلية بعسير.

يتأثر موقع المملكة العربية السعودية عامة، والمنطقة الجبلية بعسير خاصة بالموقع المداري وشبه المداري، والذي بدوره يتأثر بمركزين للضغط الأول المرتفع شبه المداري في فصل الشتاء، والثاني المنخفض الاستوائي الذي يلتحم مع منخفض الهند الموسمي بخليته العربية (المنخفض العربي) ومنخفض السودان في فصل الصيف. ويسيطر هذان المنخفضان على حركة الرياح التي تؤثر في مناخ المنطقة. ورغم تأثر مناخ منطقة الأراضي الجبلية في عسير بعدة عوامل جغرافية وديناميكية فإنه يتشكل من عدة عناصر مناخية مهمة، كالإشعاع الشمسي وساعات السطوع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية والتبخر والرياح، ونظراً لأهمية هذه العناصر وتداخل تأثيراتها على الفاقد المائي الذي يؤثر بدوره على خصائص الأمطار في المنطقة فإن الفاقد المائي الناتج يرتبط هو الآخر ارتباطاً مباشراً بتغيرات الأمطار الزمنية والمكانية، كما أن له تأثيرات متباينة على توزيع الغطاء النباتي.

ويختلف توفر قياسات البيانات الشهرية في المحطات المناخية للعناصر المناخية حسب سجلات الرصد لكل من وزارة الزراعة والمياه ومصلحة الأرصاد الجوية وحماية البيئة، وتتوفر البيانات الشهرية لكل من عنصر الإشعاع الشمسي في بعض المحطات هي أبها وبيشة وتثليث وسرلحسان، أما عنصر عدد ساعات السطوع الشمسي فيتوفر في النماص بالإضافة إلى المحطات آنفة الذكر، خلال الفترة الممتدة من ١٩٧٠-١٩٩٧م.

وتتلخص أهم العناصر المناخية للمنطقة الجبلية بعسير في ما يلي :

#### أولاً - الإشعاع الشمسي وساعات السطوع الشمسي.

تُعد الأشعة الشمسية مصدر الطاقة على سطح الأرض. وتتأثر كمية الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض بعدة عوامل منها موقع المنطقة بالنسبة لدوائر العرض فمن الموقع تتحدد زاوية سقوط الأشعة الشمسية والمسافة التي تقطعها هذه الأشعة كما يتحدد طول النهار بالنسبة لطول الليل. وكذلك حالة التغييم ونسبة الغبار والرمال وغيرها من المواد الصلبة الأخرى العالقة بالجو، والتي تعمل على امتصاص قدر من كمية هذا الإشعاع الشمسي قبل وصوله إلى سطح الأرض أو تشتيت قدر منه دون وصوله إلى سطح الأرض. كما تتأثر كمية الإشعاع الشمسي بعامل الزمن نظراً لاختلاف هذه الكمية من فصل لآخر بالنسبة لنفس الموقع أو المنطقة بسبب تغير زاوية سقوط الأشعة الشمسية نتيجة حركة الكرة الأرضية حول محورها وحول الشمس.

ويُعد عنصر الإشعاع الشمسي من أهم العناصر المناخية المؤثرة بشكل مباشر على عمليات التبخر/ النتج، وبما أن غالبية منطقة عسير تتميز بمناخ مداري يتسم بصفاء الجو وخلوه من السحب فهو يساعد على زيادة كمية الإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع الشمسي على مستوى التغيرات الشهرية والفصلية.

#### التغيرات الشهرية للإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع الشمسي.

تتميز المعدلات الشهرية لكمية الإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع بتباينات مكانية وزمنية تتلخص في ما يلي :

- ١- تتميز المحطات المناخية في المنطقة الجبلية عسير بمعدل ساعات سطوع يتراوح بين ٤ ساعات و ١٨ دقيقة بمحطة تثليث خلال شهر أبريل و ٨ ساعات و ٢٤ دقيقة بمحطة بيشة خلال شهري يونيو ويوليو و كذلك في شهر أكتوبر بمحطة سرلعصان جدول (١٢).
- ٢- تتراوح كمية الإشعاع الشمسي في المنطقة الجبلية بعسير بين ٢٦٦,٧ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم بمحطة تثليث في شهر ديسمبر وبين ٥٠٨,٣ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم بمحطة سرلعصان، في شهر يونيو.
- ٣- تتباين المعدلات الشهرية الصغرى لعدد ساعات السطوع وكمية الإشعاع الشمسي بين المحطات المناخية المدروسة بحيث تصل إلى :
  - أ - ٤,٩ ساعات (يوليو) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٣٨١,٦ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم (يناير) بمحطة أبها.
  - ب - ٦,١ ساعات (ديسمبر) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٣٠٤,٦ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم (ديسمبر) بمحطة بيشة.
  - ج - ٤,٣ ساعات (أبريل) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٢٦٦,٤ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم (ديسمبر) بمحطة تثليث.
  - د - ٦,١ ساعات (أغسطس) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٣٨٣,٨ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم (ديسمبر) بمحطة سرلعصان جدول (١٢).
- ٤- تتباين المعدلات الشهرية العظمى لعدد ساعات السطوع وكمية الإشعاع الشمسي بين المحطات المناخية المدروسة بحيث تصل إلى :
  - أ- ٦ ساعات (أبريل) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٥٠٢,٤ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم (يونيو) بمحطة أبها.
  - ب- ٨,٤ ساعات (يونيو ويوليو) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٤٣٨,٤ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم (يونيو) بمحطة بيشة.

ج- ٦,٤ ساعات (نوفمبر) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٤٠٣,٣ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم (يونيو) بمحطة تثليث.

د- ٨,٤ ساعات (أكتوبر) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٥٠٨,٣ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم (يونيو) بمحطة سرلعصان جدول (١٢).

٥ - يتباين عدد ساعات السطوع الشمسي بين المحطات المناخية المدروسة على مستوى المعدلات الشهرية للفترة المدروسة وعلى مستوى المعدل الشهري للسنة بكل محطة بحيث تصل الفترة التي تتميز بمعدلات شهرية لعدد ساعات السطوع تزيد عن المعدل الشهري للسنة إلى:

أ - ٤ شهور هي أبريل ومايو وأكتوبر ونوفمبر بمحطة أبها.

ب- ٧ أشهر تمتد من يونيو إلى نوفمبر بالإضافة إلى فبراير بمحطة بيشة.

ج- ٧ أشهر تمتد من يونيو إلى ديسمبر بمحطة تثليث.

د- ٩ أشهر تمتد من سبتمبر إلى مايو بمحطة سرلعصان. جدول (١٣)

٦- تتباين كمية الإشعاع الشمسي بين المحطات المناخية المدروسة على مستوى المعدلات الشهرية للفترة المدروسة وعلى مستوى المعدل الشهري للسنة بكل محطة بحيث تصل الفترة التي تتميز بمعدلات شهرية لكمية إشعاع شمسي يزيد عن المعدل الشهري للسنة إلى:

أ - ٨ أشهر تمتد من أبريل إلى نوفمبر بمحطة أبها.

ب- ٧ أشهر تمتد من مارس إلى سبتمبر بمحطة بيشة.

ج- ٥ أشهر تمتد من مايو إلى يونيو ومن أغسطس إلى سبتمبر بالإضافة إلى شهر مارس بمحطة تثليث.

د- ٨ أشهر تمتد من مارس إلى أكتوبر بمحطة سرلعصان. جدول (١٣).

٧- تتراوح العلاقة بين عدد ساعات السطوع والإشعاع الشمسي بين ٠,٢٥٦٧ في محطة سرلعصان و ٠,٧٣٤٧ بمحطة بيشة. وتوضح هذه التباينات قصور المعدلات الشهرية لساعات السطوع في تفسير التغيرات المكانية لكمية الإشعاع الشمسي بمنطقة عسير الجبلية. ويبدو أن لموقع المحطات بالنسبة لدوائر العرض واختلاف ارتفاع كل منها بالنسبة للتواءات التضاريسية بالإضافة إلى اختلاف ورود زاوية الأشعة الشمسية تأثيرات واضحة على تباينات كمية الإشعاع الشمسي المكانية جدول (١٤).

جدول (١٢)

معدلات الإشعاع الشمسي (سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم) وساعات السطوع الشمسي (ساعة/يوم)

المحطة	الفصل	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنوي
أبها	الإشعاع الشمسي	381.6	405.4	424.8	473.3	480.6	502.4	472.6	447.3	484.8	468.7	455.4	389.6	448.9
	عدد ساعات السطوع	5.3	5.2	5.4	6.0	5.9	5.5	4.9	5.1	5.5	5.8	5.6	5.3	5.5
	الإشعاع الشمسي	323.7	354.5	387.1	412.2	420.8	438.4	415.5	402.3	399.8	381.9	341.8	304.6	381.9
تتاييت	عدد ساعات السطوع	6.9	7.6	7.3	7.1	7.4	8.4	8.4	7.9	8.0	8.0	7.6	6.1	7.5
	الإشعاع الشمسي	278.9	305.0	339.2	310.8	381.9	403.3	307.7	369.1	360.9	325.0	270.2	266.7	326.5
	عدد ساعات السطوع	4.5	4.6	4.6	4.3	5.2	5.9	5.5	6.1	5.6	5.6	6.4	6.1	5.4
سر لهضان	الإشعاع الشمسي	411.4	418.9	460.1	480.9	473.9	508.3	473.9	451.5	482.9	450.9	412.1	383.8	450.7
	عدد ساعات السطوع	7.9	7.9	8.3	8.1	7.9	7.4	6.8	6.1	7.8	8.4	8.1	7.9	7.7

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المتأخذة من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا) والرائدة العامة للأرصدة وحماية البيئة.

٨- تتمثل المعدلات الفصلية للإشعاع الشمسي ولعدد ساعات السطوع الشمسي في تغيراتها مع التغيرات الشهرية. ويمكن تلخيص أهم التباينات المكانية المميزة للتغيرات الفصلية للإشعاع الشمسي ولعدد ساعات السطوع في ما يلي :

١-٨ تبلغ معدلات الإشعاع الشمسي أدناها خلال فصل الشتاء بجميع المحطات المناخية وبمعدلات تتراوح بين ٢٨٣,٥ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم بمحطة تنليث و ٤٠٤,٧ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم بمحطة سرلعصان.

٢-٨ تبلغ معدلات الإشعاع الشمسي أقصاها خلال فصل الصيف بجميع المحطات المناخية وبمعدلات تتراوح بين ٣٦٠,٠ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم بمحطة تنليث و ٤٧٧,٩ سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم بمحطة سرلعصان.

٣-٨ تبلغ معدلات ساعات السطوع الشمسي أدناها خلال فصل الصيف بمحطتي أبها وسرلعصان بمعدل يبلغ ٥,٢ ساعة/فصل و ٦,٨ ساعة/فصل على التوالي، وخلال فصل الشتاء بمعدل ٦,٩ ساعة/فصل بمحطة بيشة، وخلال فصل الربيع بمعدل ٤,٧ ساعة/فصل بمحطة تنليث.

٤-٨ تبلغ معدلات ساعات السطوع الشمسي أقصاها خلال فصل الربيع بمعدل ٥,٧ ساعة/فصل بمحطة أبها وخلال فصل الصيف بمعدل ٨,٢ ساعة/فصل بمحطة بيشة وخلال فصل الخريف بمعدل ٦ ساعة/فصل بمحطة تنليث وخلال فصلي الخريف والربيع بمعدل ٨,١ ساعة/فصل بمحطة سرلعصان جدول (١٥).

### جدول (١٣)

المعدل الشهري لفترة السطوع وكمية الإشعاع الشمسي (سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم) في المحطات المناخية.

المحطة	معدل ساعات السطوع	الفترة	معدل كمية الإشعاع الشمسي	الفترة
أبها	٥,٥	٤ أشهر: أبريل، مايو، أكتوبر، نوفمبر.	٤٤٨,٩	٨ أشهر: أبريل، مايو، يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر.
بيشة	٧,٥	٧ أشهر: يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر، فبراير.	٣٨١,٩	٧ أشهر: مارس، أبريل، مايو، يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر.
تنليث	٥,٤	٧ أشهر: يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر، ديسمبر.	٣٢٦,٦	٥ أشهر: مارس، مايو، يونيو، أغسطس، سبتمبر.
سرلعصان	٧,٧	٩ أشهر: سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر، ديسمبر، يناير، فبراير، مارس، أبريل، مايو.	٤٥٠,٧	٨ أشهر: مارس، أبريل، مايو، يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر، أكتوبر.

المصدر عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا) والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



جدول (١٤)  
العلاقة بين عدد ساعات السطوع (ساعة/يوم)  
والإشعاع الشمسي (سعر/سم<sup>٢</sup>/يوم) في المحطات المناخية .

المحطة	العنصر	X	Y	R <sup>2</sup>	r	معادلة الانحدار
أبها	عدد الساعات	٥,٥		٠,٢٠٢٧	٠,٤٥٠٢	ع = ١٥٧,٣ س - ١٦٥٩ + ٤٧٩٩
	عدد الدقائق	٣٣٠				ع = ٠,٠٤٣٧ س - ٢٧,٦٦٢ + ٤٧٩٩
	الإشعاع الشمسي		٤٤٨,٩			
بيشة	عدد الساعات	٧,٥		٠,٥٣٩٨	٠,٧٣٤٧	ع = ٥٩,٠٥٤ س - ٠,٩٢١٧
	عدد الدقائق	٤٥٠,٠				ع = ١,٣٥٦٢ س - ٠,٩٢١٧
	الإشعاع الشمسي		٣٨١,٩			
تثليث	عدد الساعات	٥,٤		٠,٢٨٥٩	٠,٥٣٤٦	ع = ٦١,٩٠٣ س - ٦٦٢,٢ + ١٤١٥,٤
	عدد الدقائق	٣٢٤				ع = ٠,٠١٧٢ س - ١١,٠٣٧ + ١٤١٥,٤
	الإشعاع الشمسي		٣٢٦,٥			
سرلعصان	عدد الساعات	٧,٧		٠,٠٦٥٩	٠,٢٥٦٧	ع = ١١,٢٨٢ س - ١٥١,٨٣ + ٤٥,٤٠٩
	عدد الدقائق	٤٦٢				ع = ٠,٠٠٣١ س - ٢,٥٣٠٥ + ٤٥,٤٠٩
	الإشعاع الشمسي		٤٥٠,٧			

المصدر عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا) والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

جدول (١٥)  
المعدلات الفصلية للإشعاع الشمسي (سعر/سم<sup>٢</sup>/فصل) وعدد ساعات السطوع (ساعة/فصل)

المحطة	العنصر	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
أبها	الإشعاع الشمسي	٣٩٢,٢	٤٥٩,٥	٤٧٤,١	٤٦٩,٦
	عدد ساعات السطوع	٥,٣	٥,٧	٥,٢	٥,٦
بيشة	الإشعاع الشمسي	٣٢٧,٦	٤٠٦,٧	٤١٨,٧	٣٧٤,٥
	عدد ساعات السطوع	٦,٩	٧,٣	٨,٢	٧,٩
تثليث	الإشعاع الشمسي	٢٨٣,٥	٣٤٤,٥	٣٦٠,٠	٣١٨,٧
	عدد ساعات السطوع	٥,٠	٤,٧	٥,٨	٦,٠
سرلعصان	الإشعاع الشمسي	٤٠٤,٧	٤٧١,٦	٤٧٧,٩	٤٤٨,٦
	عدد ساعات السطوع	٧,٩	٨,١	٦,٨	٨,١

المصدر عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا) والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ويتضح مما تقدم أن الأشعة الشمسية المصدر الرئيس للطاقة في مختلف أشكال الحياة على سطح الأرض وللطاقة دور في تحريك الغلاف الحيوي للأرض بواسطة ما تولده من حرارة وضوء ورياح. ويتأثر النبات مباشرة بالطاقة الضوئية في كل مرحلة من مراحل نموه بواسطة أشعة الشمس التي تصل إليه عن طريق الأشعة المباشرة أو غير المباشرة خلال جزيئات الهواء، وعليه تتوقف عملية نمو النبات على مدى استفادته من هذه الأشعة بنوعيتها، حيث تستخدم النباتات الخضراء جزءاً من الأشعة الضوئية في عملية البناء الضوئي لتكون الغذاء، وللضوء تأثيرات مختلفة على النبات من النواحي الشكلية والتشريحية والفسولوجية فالاحتياج للموجات الضوئية يختلف من نبات لآخر، فكل نوع من النبات يحتاج إلى كمية ونوعية محددة من الأشعة للقيام بوظائفه المختلفة مثل البناء الضوئي التي تزداد كلما ازدادت شدة الضوء والنتج التي تزداد أيضاً كلما ازدادت شدة الضوء وبالتالي زيادة معدل النتج تؤدي إلى تأثير الضوء على الثغور التي تنفتح لدى تعرضها للضوء أو العكس. وأخيراً عملية إنبات البذور والأزهار، فالأشجار العالية كالغابات بمنطقة عسير تحتاج إلى نسبة عالية من الأشعة الحمراء للإنبات بينما الشجيرات والأعشاب والحشائش التي تنتشر على أرض الغابة تحتاج إلى نسبة ضئيلة من الأشعة الضوئية خاصة الضوء الأحمر والأزرق لعملية إنبات البذور، كما تساعد الأشعة البنفسجية بنسبة ضئيلة في تنظيم عمل الهرمونات الخاصة بالانتحاء الضوئي لاستطالة النبات، ونظراً لانخفاض درجات الحرارة في جبال السروات بمنطقة عسير قد تكون الطاقة التي يستغلها النبات من خلال ورود الأشعة بزوايا تتراوح بين ٥٠ - ٥٥° توفر الضوء كعامل بديل لتعويض النبات عن بعض النقص في درجات الحرارة. ولا يقتصر تأثير الأشعة الضوئية بشكل مباشر على النبات ولكنها تؤثر بشكل غير مباشر على كافة وظائف أعضاء النبات عن طريق تأثيرها على درجة حرارة الهواء والتربة ورطوبتهما، أبو الفتوح، (١٩٩٥م)، مجاهد، (١٩٩٥م).

#### ثانياً - الخصائص الحرارية.

يمكن اعتبار الحرارة من العناصر المناخية التي ترتبط بها العناصر الأخرى، ونظراً لأهمية تأثيراتها المتداخلة بشكل مباشر أو غير مباشر على بقية العناصر الأخرى التي تدخل في حساب الموازنة المائية لمعرفة الفاقد المائي الناجم عن التبخر، لأن هذا الفاقد له أثر كبير في معرفة مدى استفادة النبات من الأمطار. وتتباين درجات ومعدلات الحرارة من مكان لآخر تحت تأثير عدة عوامل منها اختلاف الموقع بالنسبة لدوائر العرض، واختلاف أشكال وارتفاعات التضاريس، واختلاف قرب أو بعد الموقع الجغرافي عن المسطحات المائية، واختلاف مراكز العمل المؤثرة على سطح الأرض عند الموقع الجغرافي وما يتبعه من حركة الرياح، بالإضافة إلى تنوع الغطاء النباتي. وتتباين درجات الحرارة على مستوى المعدلات والدرجات الصغرى والدرجات العظمى من محطة لأخرى، ومن فصل لآخر ومن شهر لآخر بالمنطقة الجبلية بعسير.

## التغيرات الشهرية لمعدلات الحرارة.

تتوفر قياسات لدرجات الحرارة بمنطقة عسير الجبلية خلال الفترة الممتدة ١٩٧٠-١٩٩٧م في جميع المحطات المناخية هي : أبها، خميس مشيط، تنليث، النماص، سراة عبيدة، سر لعصان، بيشة.

وتتباين معدلات الحرارة الشهرية من محطة لأخرى ومن شهر لآخر بالمنطقة الجبلية بعسير. كما يتضح من جدول (٧) أهم التباينات الحرارية على مستوى المعدلات الشهرية.

١- يُعد شهر يناير أبرد الشهور بمنطقة عسير الجبلية بمعدلات حرارية متباينة من محطة لأخرى وتتراوح بين ٩,٩ م بمحطة النماص و ١٧,٨ م بمحطتي بيشة وتنليث شكل (٢٩).

٢- تعتبر فترة يونيو - أغسطس أحر فترة في السنة بمعدلات حرارية مرتفعة يتراوح أقصاها بين ٢٠,٧ م خلال شهر يوليو وأغسطس بمحطة النماص و ٣١,٨ م خلال شهر يوليو بمحطة تنليث شكل (٣٠).

٣- تتباين معدلات الحرارة الشهرية العظمى مع معدلات كمية الإشعاع الشمسي الشهري العظمى في الزمن بمحطات بيشة وتنليث وسرلعصان ولا تتوافق سوى بمحطة أبها خلال شهر يونيو.

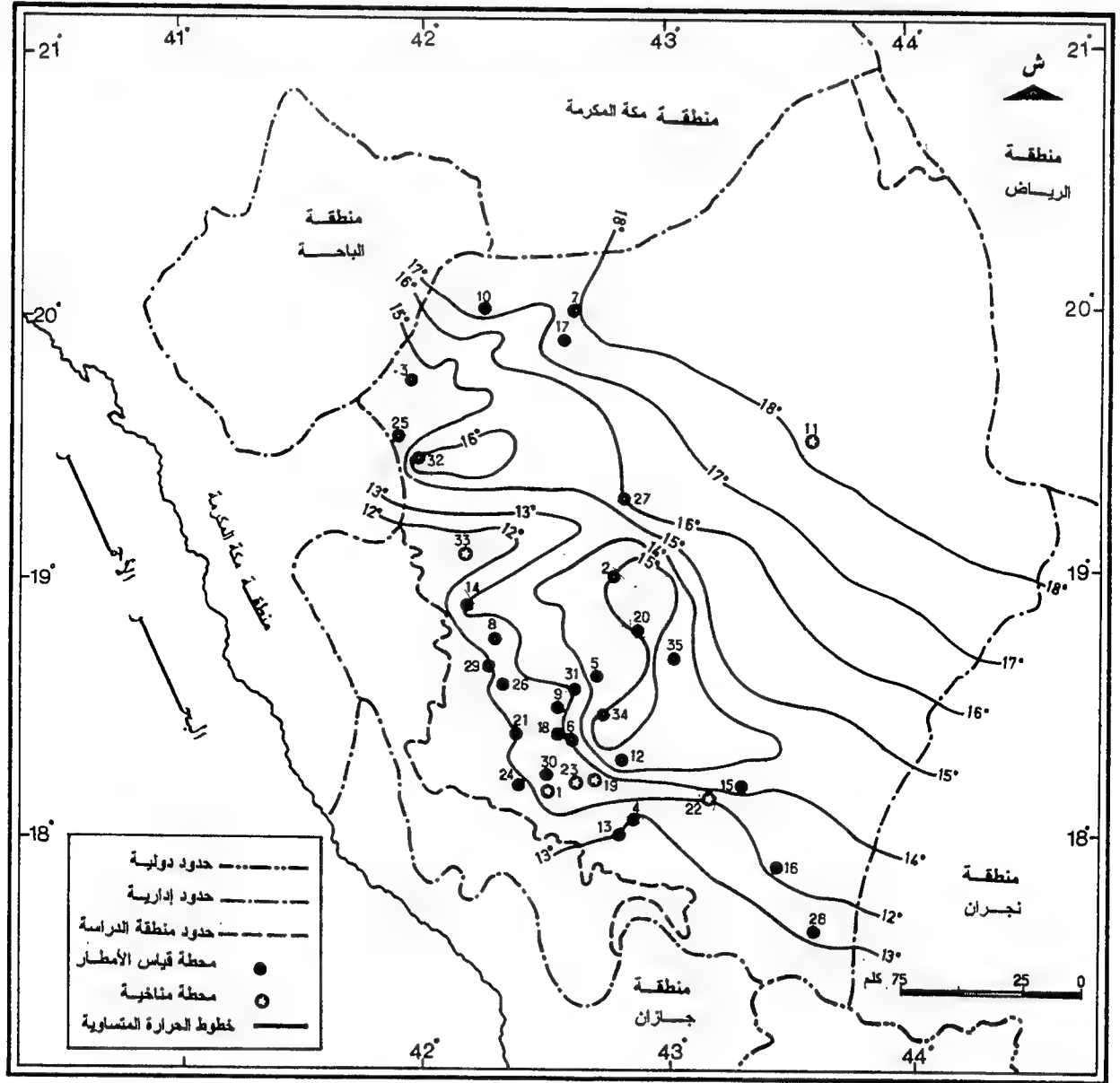
٤- تتباين معدلات الحرارة الشهرية الصغرى مع معدلات كمية الإشعاع الشمسي الشهري الصغرى في الزمن بمحطات بيشة وتنليث وسرلعصان ولا تتوافق سوى بمحطة أبها خلال شهر يناير.

٥- تتأثر معدلات الحرارة السنوية بالمحطات المناخية المدروسة بمعدلات الحرارة الشهرية العظمى مثل تأثرها بمعدلات الحرارة الشهرية الصغرى كما يوضح الترتيب التالي :

المعدلات الشهرية الصغرى (م°)		المعدلات الشهرية العظمى (م°)		المعدلات السنوية (م°)	
١ - النماص	٩,٩	١ - النماص	٢٠,٧	١ - النماص	١٥,٧
٢ - سرلعصان	١٢,٩	٢ - سرلعصان	٢٢,٢	٢ - سرلعصان	١٧,٤
٣ - سراة عبيدة	١٣,٠	٣ - سراة عبيدة	٢٢,٦	٣ - سراة عبيدة	١٧,٩
٤ - أبها	١٣,١	٤ - أبها	٢٣,١	٤ - أبها	١٨,٢
٥ - خ. مشيط	١٣,٥	٥ - خ. مشيط	٢٣,٥	٥ - خ. مشيط	١٨,٩
٦ - بيشة	١٧,٨	٦ - بيشة	٣١,٣	٦ - بيشة	٢٤,٩
٧ - تنليث	١٧,٨	٧ - تنليث	٣١,٨	٧ - تنليث	٢٥,١

## شكل (٢٩)

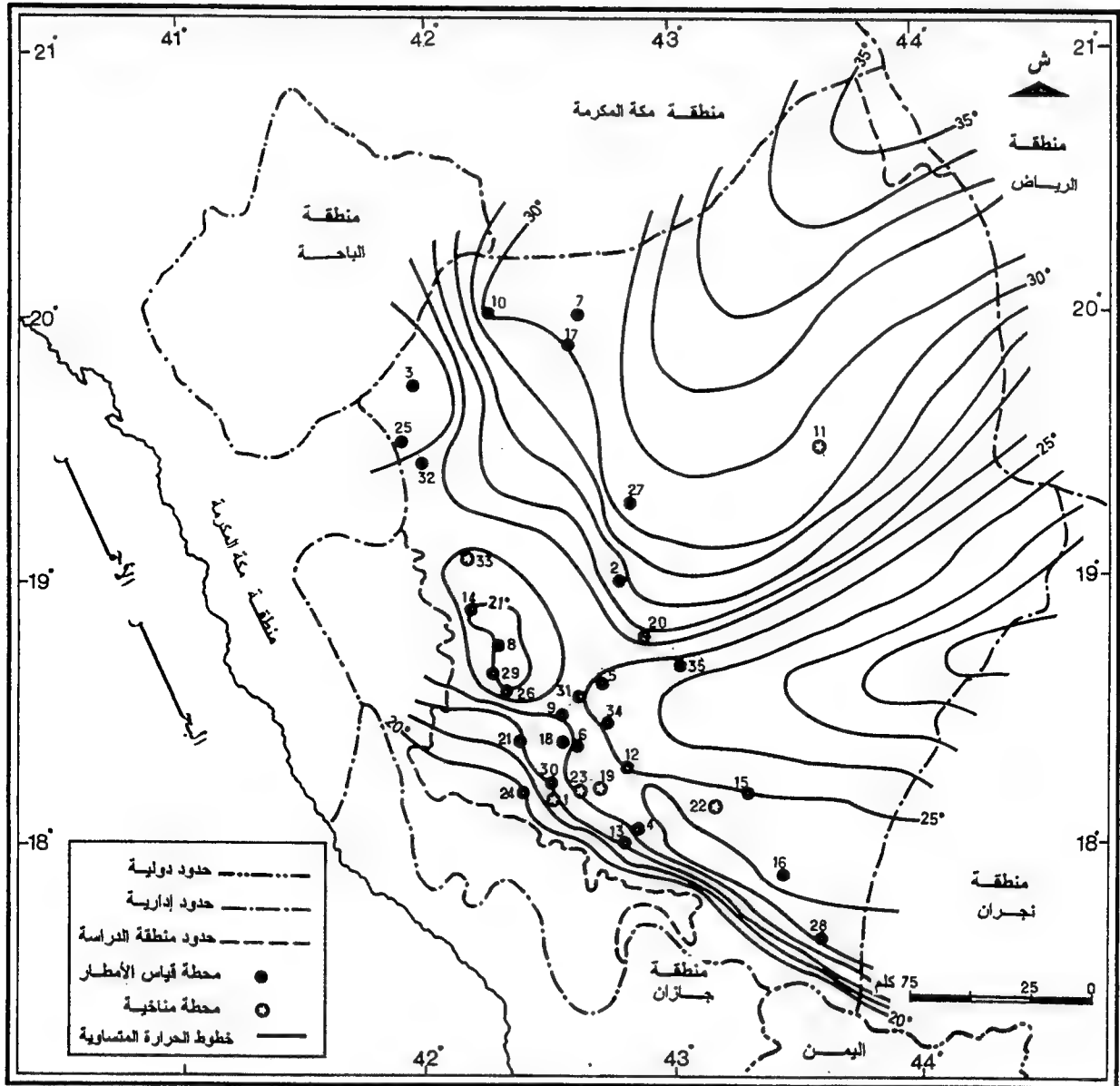
معدل الحرارة لشهر يناير في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٩٧ - ١٩٧٠ م

## شكل (٣٠)

معدل الحرارة لشهر يوليو في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠ م



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

- ٦- تتباين معدلات الحرارة الشهرية العظمى مع معدلات ساعات السطوع الشمسي العظمى في الزمن بجميع المحطات المناخية.
- ٧- تتباين المعدلات الشهرية لحرارة الصغرى مع معدلات ساعات السطوع الشمسي الصغرى في الزمن بجميع المحطات المناخية المدروسة.
- ٨- تتراوح العلاقة بين المعدلات الشهرية للحرارة ومعدلات ساعات السطوع الشهري بين ٠,٣٨٧٤ بمحطة أبها و ٠,٦٩٣١ بمحطة سرلحسان.
- ٩- تمتد الفترة الحارة من مايو إلى سبتمبر بمحطات أبها وخميس مشيط وسرلحسان ومن أبريل حتى سبتمبر بمحطتي بيشة وتثليث ومن مايو حتى أكتوبر بمحطتي سراة عبيدة والنماص.
- ١٠- تتراوح العلاقة بين المعدلات الشهرية للحرارة ومعدلات كمية الإشعاع الشمسي الشهرية بين ٠,٨١٦٦ بمحطة تثليث و ٠,٩٥٥٤ بمحطة بيشة جدول (١٦).

#### التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى المطلقة.

وتتباين معدلات الحرارة الشهرية العظمى من محطة لأخرى ومن شهر لآخر في المنطقة الجبلية بعسير. وتتلخص أهم التباينات الحرارية على مستوى المعدلات الشهرية في ما يلي: جدول (٧) وأشكال (٣١-٣٧).

- ١- تبلغ معدلات الحرارة الشهرية العظمى أداها خلال شهر يناير بجميع المحطات بمعدلات تتراوح بين ١٣,٩ م° بمحطة النماص و ٢٦,٠ م° بمحطة بيشة.
- ٢- تبلغ معدلات الحرارة الشهرية نهايتها العظمى خلال شهر يونيو بأبها وبيشة وسرلحسان وبالنماص بمعدلات تتراوح بين ٢٦,٤ م° و ٣٩,٣ م° وخلال شهر يوليو بتثليث وبخميس مشيط وسراة عبيدة بمعدلات تتراوح بين ٢٩,٠ م° و ٣٩,٤ م°.
- ٣- تمتد أشهر السنة التي تتميز بمعدلات حرارية شهرية عظمى تزيد عن المعدل الشهري للسنة من مايو حتى سبتمبر بمحطتي سراة عبيدة وخميس مشيط، ومن مايو حتى أكتوبر بمحطتي أبها والنماص، ومن أبريل حتى سبتمبر بمحطتي بيشة وتثليث، ومن أبريل حتى أكتوبر بمحطة سرلحسان.
- ٤- تتباين فترة معدلات الحرارة الشهرية العظمى التي تزيد عن المعدل السنوي مع فترة المعدلات الشهرية لعدد ساعات السطوع التي تزيد عن المعدل الشهري للسنة ومع معدلات الإشعاع الشمسي الشهرية التي تزيد عن المعدل الشهري للسنة بالمحطات المناخية المدروسة.
- ٥- تتراوح العلاقة بين معدلات الحرارة الشهرية العظمى والمعدلات الشهرية لعدد ساعات السطوع بين ٠,٣٦٩٤ بمحطة أبها و ٠,٧٦٠٨ بمحطة بيشة.
- ٦- تتراوح العلاقة بين المعدلات الشهرية للحرارة العظمى والمعدلات الشهرية لكمية الإشعاع الشمسي بين ٠,٧٨٨٢ بمحطة سرلحسان و ٠,٩٤١٨ بمحطة بيشة جدول (١٦).

جدول (١٦)

العلاقة بين معدلات الحرارة الشهرية (م) وعدد ساعات السطوع الشمسي (ساعة / يوم) وكمية الإشعاع الشمسي (سعر / سم / يوم) في بعض المحطات المناخية.

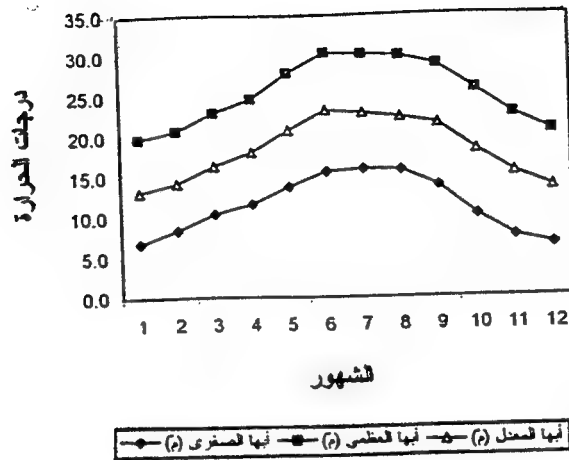
سر لعمان			منازل			بيش			أبها		
Y	X	R	R <sup>2</sup>	Y	X	R	R <sup>2</sup>	Y	X	R	R <sup>2</sup>
tm	H	٠,٧٠٤٢	٠,٤٩٦٠	tm	H	٠,٤٨٦٧	٠,٢٣٦٩	tm	H	٠,٤٥٥٨	٠,٢٠٧٨
Tx	H	٠,٦٢٧٨	٠,٣٩٤٢	Tx	H	٠,٥٧٦١	٠,٣٢١٩	Tx	H	٠,٣٦٩٤	٠,١٣٦٥
T	H	٠,٦٩٣١	٠,٤٨٠٥	T	H	٠,٥٣١٥	٠,٢٨٢٥	T	H	٠,٣٨٧٤	٠,١٥٠١
Rd	tm	٠,٨٦٩١	٠,٧٥٥٤	Rd	tm	٠,٨٢٠١	٠,٦٧٢٦	Rd	tm	٠,٧٨٠٣	٠,٦٠٩٠
Rd	Tx	٠,٧٨٨٢	٠,٦٢١٣	Rd	Tx	٠,٨١٤٦	٠,٦٦٢٦	Rd	Tx	٠,٨٩٥٦	٠,٨٠٢١
Rd	T	٠,٩٠٦٣	٠,٨٢١٥	Rd	T	٠,٨١٦٦	٠,٦٦٦٩	Rd	T	٠,٨٨٣٠	٠,٧٧٩٧

• المصدر : الجدول من إعداد الباحثة.

H = عدد ساعات السطوع الشمسي (ساعة / يوم).  
 tm = المعدل الشهري للحرارة الصغرى (م).  
 T = المعدل الشهري للحرارة (م).  
 Tx = المعدل الشهري للحرارة العظمى (م).  
 Rd = المعدل الشهري لكمية الإشعاع الشمسي (سعر / سم / يوم).

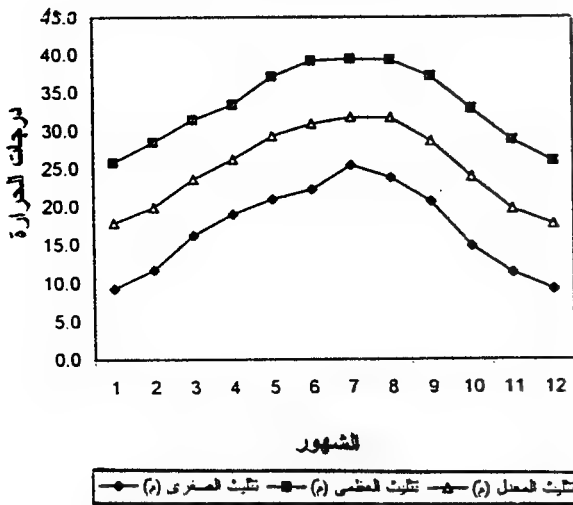
شكل (٣١)

تغيرت معدل الحرارة الشهري العظمى والصغرى في محطة أبيها.



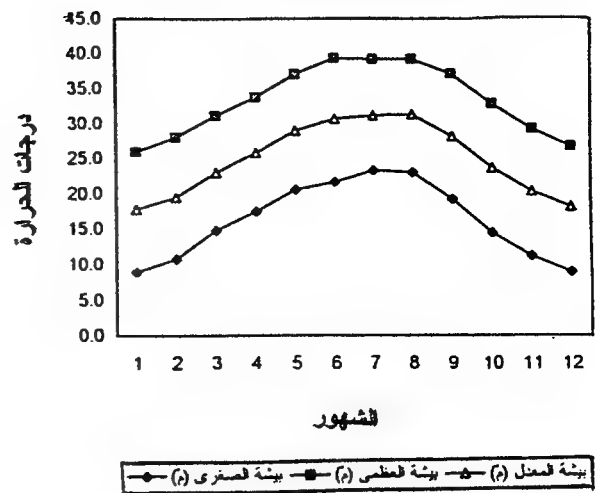
شكل (٣٢)

تغيرت معدل الحرارة الشهري العظمى والصغرى في محطة تتليث.



شكل (٣٣)

تغيرت معدل الحرارة الشهري العظمى والصغرى في محطة ببشة.

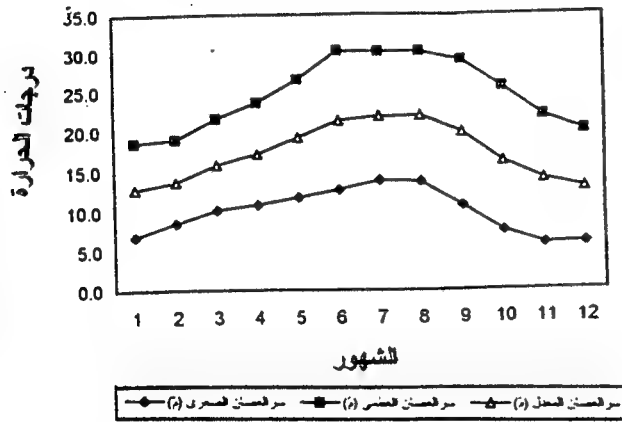


المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والدراسة العامة للأرصاد  
وحملية البيئة للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.



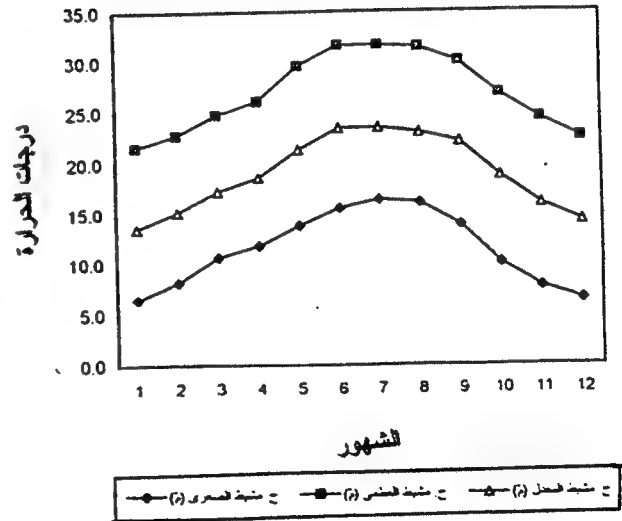
شكل (٣٥)

تغيرات معدل الحرارة الشهري العظمى والصغرى في محطة سرلصان.



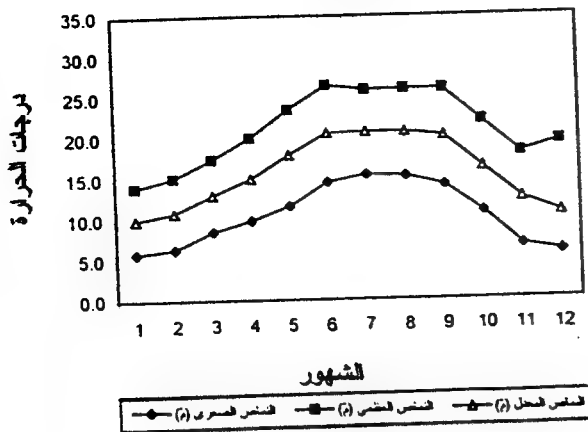
شكل (٣٤)

تغيرات معدل الحرارة الشهري العظمى والصغرى في محطة خميس مشيط.



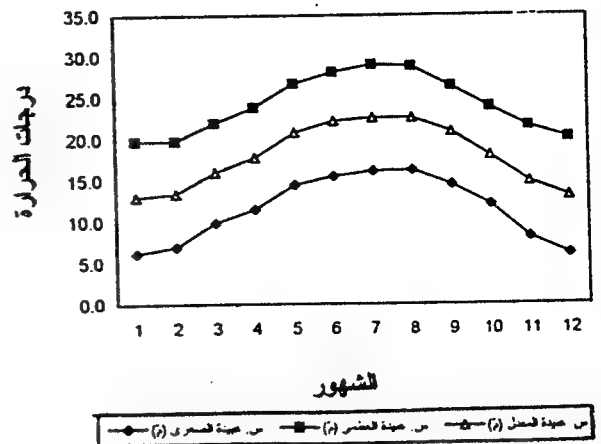
شكل (٣٧)

تغيرات معدل الحرارة الشهري العظمى والصغرى في محطة قنص.



شكل (٣٦)

تغيرات معدل الحرارة الشهري العظمى والصغرى في محطة مرارة عبدة.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والدراسة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

### التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى المطلقة.

تتماثل تباينات التغيرات الشهرية للحرارة الصغرى مع مثيلاتها للحرارة الشهرية العظمى من محطة لأخرى ومن شهر لآخر في المنطقة الجبلية بعسير. وتتلخص أهم التباينات للمعدلات الشهرية للحرارة الصغرى في ما يلي: جدول (٧) وأشكال (٣١-٣٧).

- ١- يعد شهرا يناير وديسمبر أبرد شهور السنة بمعدلات حرارية تتراوح بين ٥,٨ م° بمحطة النماص و ٩,٣ م° بمحطة تثليث.
- ٢- تبلغ معدلات الحرارة الشهرية نهايتها الصغرى خلال شهر يوليو بمعدلات حرارية تتراوح بين ١٤,٠ م° بمحطة سرلعصان و ٢٥,٤ م° بمحطة تثليث، وخلال شهر أغسطس بمعدل ١٦,١ م° بمحطة سراة عبيدة.
- ٣- تمتد الفترة التي تتميز بمعدلات شهرية للحرارة الصغرى تزيد عن المعدل الشهري للسنة من شهر أبريل إلى شهر سبتمبر بمحطات أبها وبيشة وتثليث وخميس مشيط، ومن مايو إلى أكتوبر بمحطة سراة عبيدة ومن مارس إلى سبتمبر بمحطة سرلعصان ومن مايو إلى أكتوبر بمحطة النماص.
- ٤- تتوافق فترة المعدلات الشهرية للحرارة الصغرى التي تزيد عن المعدل الشهري للسنة بالمحطات مع مثيلاتها للمعدلات الشهرية للحرارة العظمى بمحطة بيشة وتثليث والنماص وتتباين في باقي المحطات الأخرى.
- ٥- تتراوح العلاقة بين المعدلات الشهرية للحرارة الصغرى والمعدلات الشهرية لكمية الإشعاع الشمسي بين ٠,٧٨٠٣ بمحطة أبها و ٠,٩٦٧٣ بمحطة بيشة.
- ٦- تتراوح العلاقة بين المعدلات الشهرية للحرارة الصغرى والمعدلات الشهرية لعدد ساعات السطوع الشمسي بين ٠,٤٥٥٨ بمحطة أبها و ٠,٧١٤١ بمحطة بيشة جدول (١٦).

### تقدير المعدلات الشهرية للحرارة بمحطات قياس الأمطار.

تتأثر درجات الحرارة من مكان لآخر على سطح الأرض بالارتفاع والبعد أو القرب من المسطحات المائية مثل البحار والمحيطات التي تعمل تأثيراتها الرطبة على تلطيف وتعديل درجات الحرارة على سطح الأرض، خاصة خلال الفصول الحارة، كما يتأثر التوزيع المكاني لدرجات الحرارة بالموقع بالنسبة لدوائر العرض خاصة إذا كانت المنطقة المدروسة تمتد على أقاليم جغرافية واسعة. ولقد اعتمدنا على قياسات الحرارة التي تمت بالمنطقة الجبلية بعسير في المحطات المناخية هي أبها وبيشة وتثليث وخميس مشيط وسرلعصان وسراة عبيدة والنماص خلال الفترة المدروسة لتقدير درجات الحرارة في ٢٨ محطة لقياس الأمطار لا تحتوي على

سجلات حرارية. ولقد تمت المعالجة الإحصائية باستخدام نموذج الانحدار الخطي المقطعي لمعادلة تقدير معدلات الحرارة الشهرية اعتماداً على عاملي الارتفاع والمسافة الفاصلة بين خط الساحل للبحر الأحمر وموقع المحطة بدلاً عن درجات العرض نظراً لتقارب مواقع المحطات المحصورة بين درجتي العرض ٢٥° ١٧ و ٥٧° ٢٠. ولقد أعطى النموذج الرياضي لتقدير معدلات الحرارة بمنطقة الدراسة اعتماداً على عنصري الارتفاع والبعد عن خط الساحل نتائج مماثلة للدراسة التي قام بها الجراش في بحثه "نماذج متوسطات درجة الحرارة الشهرية في المملكة العربية السعودية". الجراش، (١٩٩١م). وتتلخص العلاقات الموجودة بين معدلات درجات الحرارة المقاسة من جهة وعاملي الارتفاع والبعد عن البحر من جهة ثانية جدول (١٧).

وتتلخص النتائج المتحصل عليها بواسطة المعالجة الرياضية في المحطات المناخية المعتمدة في تقدير معدلات درجات الحرارة بمحطات قياس الأمطار جدول (١٨).

وعلى سبيل المثال كيفية تقدير معدل درجة الحرارة لشهر يناير في محطة أبوجنيه كالتالي:

المتغير الأول : الارتفاع = ١٦٥٠ م

المتغير الثاني : البعد عن البحر = ١٧٥ كم

الثابت = ٢١,٤٢١٤

النموذج الرياضي لمتوسط حرارة شهر يناير هو :

$$ح = [٢١,٤٢١٤ + (٠,٠٠٢١) \times ١٧٥] + [١٦٥٠ \times (-٠,٠٠٤١)]$$

$$= ٢١,٤٢١٤ + [٠,٣٦٧٥] + [-٦,٧٦٥]$$

$$= ٢١,٧٨٨٩ - ٦,٧٦٥$$

$$ح = ١٥,٠ م$$

ويتضح مما تقدم أن لدرجات الحرارة تأثيراً كبيراً في نمو وتوزيع النبات بشكل مباشر أو غير مباشر في جميع وظائفه الحيوية لمختلف مراحل النمو فهي تؤثر في العمليات الطبيعية كالانتشار والبناء الضوئي والتنفس والامتصاص والنتج والإنبات، وتعتمد معدلات هذه العمليات على تغيير درجة الحرارة لأن لكل نوع من النبات حدود تحمل معينة لدرجات الحرارة (المتلى والحد الأدنى والأعلى) لتمكينه من العيش والبقاء. فإذا ارتفعت درجة الحرارة أو انخفضت عن هذه الحدود أدى ذلك إلى توقف النشاط النباتي. ودرجة الحرارة المتلى هي الدرجة التي تتلاءم وأقصى سرعة للنمو في فترة معينة من مراحل النمو وهذه الدرجة مختلفة باختلاف النبات أما

درجة الحرارة الدنيا فهي الحد الأدنى للحرارة التي لا يمكن لنبات أن ينمو ويزدهر إذا ما انخفضت إلى ما دون ذلك الحد وهو ما يعرف بصفر النمو، وكذلك بالنسبة للحد الأعلى للحرارة حيث لا يمكن للنبات أن يكمل نموه إذا ما زادت تلك الدرجة عن هذا الحد الأعلى. ويتوقف معدل البناء الضوئي على تأثير درجة الحرارة لكل نوع من النبات فدرجة الحرارة المنخفضة لا توقف عملية البناء الضوئي بل على العكس يكون معدل التمثيل الضوئي في درجة الصفر المثوي أعلى منه في درجة حرارة ٤٠°م وهذا ما يفسر قدرة نبات العرعر والأشنان في جبال السروات بمنطقة عسير على إكمال دورة حياتها في درجات حرارة منخفضة تحت الصفر، وعلى العكس من ذلك يكون أثر الحرارة على التنفس حيث يزداد معدل التنفس كلما زادت درجة الحرارة، ويتوقف التنفس عند النبات بين ٠ - ٥°م تحت الصفر. ونظراً لاختلاف الاحتياج النباتي للحرارة في النمو نجد أن نباتات المناطق الباردة (العرعر والأشنان) يتوقف فيها التنفس عند درجة حرارة ٠°م تحت الصفر ولكن هذه النباتات لديها وسيلة توقف بها عملية التنفس دون توقف عملية البناء الضوئي.

وبصورة عامة فإن درجة الحرارة المثلى لعمليات التنفس أعلى منها لعمليات البناء الضوئي ويستمر تأثير درجة الحرارة على معدل امتصاص النبات للماء حيث ينخفض معدل الامتصاص في كثير من أنواع النبات عندما تنخفض درجة حرارة التربة إلى درجة قريبة من الصفر لأن انخفاض درجة حرارة الجذور يخفض من قدرتها على امتصاص الماء، كما يزداد معدل النتج في النبات مع زيادة درجة الحرارة لارتباط ذلك بالأشعة الشمسية ونوعيتها التي تؤثر بشكل مباشر في عملية الإنبات. عبدالقادر، (١٩٧٩م)، مجاهد، (١٩٩٥م).

### ثالثاً - الرطوبة النسبية.

تُعد الرطوبة النسبية من العناصر المناخية التي تشكل مناخ المنطقة الجبلية بعسير، ولتأثيرها بدرجات حرارة الهواء فإن انخفاض درجة حرارة الهواء يؤدي إلى زيادة رطوبته النسبية والعكس صحيح، ولعل هذا يفسر لنا أحد الأسباب غير المباشرة للرطوبة النسبية في التأثير على عملية التبخر/النتج عن طريق درجة الحرارة ويقصد بالرطوبة النسبية النسبة المئوية لوزن بخار الماء الموجود بالهواء إلى وزن بخار الماء في الهواء عند درجة التشبع في نفس درجة الحرارة. وتتأثر نسبة بخار الماء بعدة عوامل منها درجة حرارة الهواء والبعد والقرب من المسطحات المائية والارتفاع والأمطار ورطوبة التربة وكثافة ونوع الغطاء النباتي. وتتوفر قياسات الرطوبة النسبية بمنطقة الدراسة خلال الفترة الممتدة ١٩٧٠م - ١٩٩٧م في جميع المحطات المناخية هي أبها، بيشه، تثليث، خميس مشيط، سراة عبيدة، سرلعسان، النماص.

جدول (١٧)

العلاقة بين معدلات الحرارة الشهرية م وارتفاع المحطات وبعدها عن البحر .

الشهر	معادلة الانحدار	معامل الارتباط	R <sup>2</sup>
يناير	$C = [(0,0041) - \text{الارتفاع (م)}] + [(0,0021) \text{ البعد عن البحر (كلم)}] + 21,4214$	٠,٩٧٠٨	٠,٩٤٢٥
فبراير	$C = [(0,0051) - \text{الارتفاع (م)}] + [(0,0009) \text{ البعد عن البحر (كلم)}] + 25,1518$	٠,٩٨٢٢	٠,٩٦٤٢
مارس	$C = [(0,0052) - \text{الارتفاع (م)}] + [(0,0008) \text{ البعد عن البحر (كلم)}] + 26,4521$	٠,٩٨٨٨	٠,٩٧٧٩
أبريل	$C = [(0,0052) - \text{الارتفاع (م)}] + [(0,0156) \text{ البعد عن البحر (كلم)}] + 27,0177$	٠,٩٩٣١	٠,٩٨٦٣
مايو	$C = [(0,0049) - \text{الارتفاع (م)}] + [(0,0215) \text{ البعد عن البحر (كلم)}] + 28,2811$	٠,٩٩٠٠	٠,٩٨٠١
يونيو	$C = [(0,0055) - \text{الارتفاع (م)}] + [(0,016) \text{ البعد عن البحر (كلم)}] + 31,456$	٠,٩٨٩٠	٠,٩٧٨١
يوليو	$C = [(0,0055) - \text{الارتفاع (م)}] + [(0,0206) \text{ البعد عن البحر (كلم)}] + 30,8895$	٠,٩٩٦٨	٠,٩٩٣٦
أغسطس	$C = [(0,0047) - \text{الارتفاع (م)}] + [(0,025) \text{ البعد عن البحر (كلم)}] + 29,3267$	٠,٩٩٨٠	٠,٩٩٦٠
سبتمبر	$C = [(0,0035) - \text{الارتفاع (م)}] + [(0,021) \text{ البعد عن البحر (كلم)}] + 26,1444$	٠,٩٨٤٩	٠,٩٧٠٠
أكتوبر	$C = [(0,0029) - \text{الارتفاع (م)}] + [(0,0187) \text{ البعد عن البحر (كلم)}] + 21,621$	٠,٩٧٨٩	٠,٩٥٣٨
نوفمبر	$C = [(0,0036) - \text{الارتفاع (م)}] + [(0,0087) \text{ البعد عن البحر (كلم)}] + 21,308$	٠,٩٤٨٩	٠,٩٠٠٤
ديسمبر	$C = [(0,0041) - \text{الارتفاع (م)}] + [(0,011) \text{ البعد عن البحر (كلم)}] + 22,4559$	٠,٩٧١٤	٠,٩٤٣٦

الجدول من إعداد الباحثة.

معدلات الحرارة في الشهرية المنطقة الجبلية بعسير.

اسم المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أبها	١٢,٧	١٣,٩	١٥,٩	١٧,٤	١٩,٩	٢٢,٢	٢٢,٣	٢٢,٠	٢٠,٨	١٧,٣	١٤,٥	١٣,٢
أبوجنية	١٥,١	١٦,٦	١٩,٣	٢١,٢	٢٣,٩	٢٦,٠	٢٦,٣	٢٦,١	٢٤,٠	٢٠,١	١٧,٠	١٥,٤
لذمة	١٤,٢	١٥,٦	١٧,٩	١٩,٦	٢٢,٢	٢٤,٤	٢٤,٦	٢٤,٢	٢٢,٥	١٨,٨	١٥,٩	١٤,٧
آل علم	١٢,٦	١٣,٦	١٥,٨	١٧,٥	٢٠,٢	٢٢,٤	٢٢,٦	٢٢,٤	٢١,١	١٧,٧	١٤,٥	١٣,٠
بني ثور	١٤,٨	١٦,٣	١٨,٩	٢٠,٨	٢٣,٤	٢٥,٥	٢٥,٨	٢٥,٥	٢٣,٦	١٩,٧	١٦,٧	١٥,٢
بني مالك	١٣,٦	١٥,٠	١٧,٠	١٨,٥	٢٠,٩	٢٣,٣	٢٣,٣	٢٢,٩	٢١,٤	١٧,٩	١٥,٢	١٤,١
بيشة	١٧,٨	١٩,٧	٢٣,١	٢٥,٦	٢٨,٧	٣٠,٤	٣١,٠	٣٠,٩	٢٧,٨	٢٣,٣	١٩,٩	١٨,٠
بلمسر	١٢,٥	١٣,٦	١٥,٧	١٧,٢	١٩,٨	٢٢,١	٢٢,٢	٢١,٩	٢٠,٧	١٧,٣	١٤,٤	١٣,٠
تاجر	١٢,٣	١٣,٣	١٥,٥	١٧,١	١٩,٧	٢١,٩	٢٢,١	٢١,٨	٢٠,٧	١٧,٣	١٤,٢	١٢,٨
تبالة	١٧,٧	١٩,٨	٢٢,٧	٢٤,٩	٢٧,٦	٢٩,٦	٣٠,٠	٢٩,٦	٢٦,٨	٢٢,٤	١٩,٤	١٨,٠
تثليث	١٨,١	١٩,٩	٢٣,٧	٢٦,٥	٢٩,٧	٣١,٢	٣٢,٠	٣٢,٠	٢٨,٨	٢٤,٢	٢٠,٣	١٨,١
تندحة	١٤,٠	١٥,٣	١٧,٩	١٩,٧	٢٢,٥	٢٤,٥	٢٤,٨	٢٤,٦	٢٢,٩	١٩,١	١٦,٠	١٤,٤
تمنية	١٢,٣	١٣,٣	١٥,٥	١٧,١	١٩,٧	٢١,٩	٢٢,١	٢١,٨	٢٠,٧	١٧,٣	١٤,٢	١٢,٨
تتومة	١٣,١	١٤,٤	١٦,٣	١٧,٧	٢٠,١	٢٢,٥	٢٢,٥	٢٢,١	٢٠,٨	١٧,٤	١٤,٧	١٣,٧
الجوف	١٣,٥	١٤,٥	١٧,٣	١٩,٥	٢٢,٥	٢٤,٣	٢٤,٨	٢٤,٨	٢٣,١	١٩,٤	١٥,٧	١٣,٧
الحرجة	١٢,٣	١٣,٠	١٥,٧	١٧,٨	٢٠,٨	٢٢,٧	٢٣,١	٢٣,١	٢١,٨	١٨,٣	١٤,٦	١٢,٥
الحيفة	١٧,٥	١٩,٤	٢٢,٦	٢٤,٩	٢٧,٨	٢٩,٦	٣٠,١	٢٩,٩	٢٧,٠	٢٢,٧	١٩,٤	١٧,٧
لحني	١٣,٢	١٤,٤	١٦,٧	١٨,٣	٢٠,٩	٢٣,١	٢٣,٣	٢٢,٩	٢١,٥	١٨,٠	١٥,٠	١٣,٧
خميس مشيط	١٣,٢	١٤,٤	١٦,٦	١٨,٣	٢١,٠	٢٣,٢	٢٣,٣	٢٣,١	٢١,٧	١٨,١	١٥,١	١٣,٦
خير الجنوب	١٥,١	١٦,٦	١٩,٤	٢١,٤	٢٤,٢	٢٦,٢	٢٦,٦	٢٦,٤	٢٤,٣	٢٠,٣	١٧,١	١٥,٤
قزراء	١١,٩	١٢,٨	١٤,٧	١٦,٢	١٨,٦	٢١,٠	٢١,١	٢٠,٧	١٩,٨	١٦,٥	١٣,٦	١٢,٤
سراة عبيدة	١٢,٠	١٢,٨	١٥,٣	١٧,٣	٢٠,٣	٢٢,٢	٢٢,٦	٢٢,٦	٢١,٤	١٧,٩	١٤,٣	١٢,٣
مر لعصان	١٣,١	١٤,٤	١٦,٤	١٧,٩	٢٠,٤	٢٢,٨	٢٢,٨	٢٢,٥	٢١,٢	١٧,٧	١٤,٨	١٣,٦
السودة	١٠,١	١٠,٧	١٢,٥	١٣,٩	١٦,٥	١٨,٨	١٨,٩	١٨,٦	١٨,٢	١٥,٢	١٢,١	١٠,٧
سبت العليا	١٤,١	١٥,٦	١٧,٧	١٩,٢	٢١,٦	٢٤,٠	٢٤,٠	٢٣,٦	٢٢,٠	١٨,٤	١٥,٧	١٤,٧
صيح بالحمر	١٢,٧	١٣,٩	١٥,٩	١٧,٤	١٩,٩	٢٢,٢	٢٢,٣	٢٢,٠	٢٠,٨	١٧,٣	١٤,٥	١٣,٢
صمخ	١٥,٩	١٧,٤	٢٠,٧	٢٣,٣	٢٦,٤	٢٨,٠	٢٨,٧	٢٨,٧	٢٦,٢	٢٢,٠	١٨,٢	١٦,١
ظهران الجنوب	١٣,٥	١٤,٧	١٧,٢	١٩,١	٢١,٩	٢٣,٩	٢٤,٢	٢٤,٠	٢٢,٥	١٨,٨	١٥,٥	١٣,٩
عبلة	١١,٦	١٢,٤	١٤,٥	١٦,٠	١٨,٦	٢٠,٩	٢١,٠	٢٠,٨	١٩,٩	١٦,٦	١٣,٥	١٢,١
علكم	١٢,٧	١٣,٩	١٥,٩	١٧,٤	١٩,٩	٢٢,٢	٢٢,٣	٢٢,٠	٢٠,٨	١٧,٣	١٤,٥	١٣,٢
لماوين	١٣,٠	١٤,١	١٦,٤	١٨,١	٢٠,٨	٢٣,٠	٢٣,٢	٢٣,٠	٢١,٦	١٨,١	١٤,٩	١٣,٤
م. بني عمرو	١٦,٨	١٨,٩	٢١,١	٢٢,٦	٢٤,٩	٢٧,٣	٢٧,٣	٢٦,٧	٢٤,٣	٢٠,٣	١٨,٠	١٧,٤
النميص	١١,١	١١,٨	١٤,٠	١٥,٦	١٨,٤	٢٠,٦	٢٠,٧	٢٠,٦	١٩,٨	١٦,٦	١٣,٢	١١,٦
و. ابن هشيل	١٥,٠	١٦,٦	١٨,٩	٢٠,٥	٢٣,٠	٢٥,٣	٢٥,٤	٢٥,٠	٢٣,١	١٩,٣	١٦,٦	١٥,٥
يعري	١٤,٢	١٥,٤	١٨,٢	٢٠,٢	٢٣,١	٢٥,٠	٢٥,٤	٢٥,٣	٢٣,٥	١٩,٧	١٦,٣	١٤,٥

المصدر من إعداد الباحث اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا.

### التغيرات الشهرية لمعدلات الرطوبة النسبية.

تتباين معدلات الرطوبة النسبية الشهرية من محطة لأخرى ومن شهر لآخر. وتتلخص

أهم التباينات المميزة للمعدلات الشهرية في المنطقة الجبلية بعسير في جدول (١٩).

١- تبلغ معدلات الرطوبة النسبية الشهرية التي تزيد عن المعدل الشهري للسنة خلال الفترة الممتدة من شهر نوفمبر إلى أبريل بمحطات أبها وبيشة وتثليث وخميس مشيط والنماص ومن شهر ديسمبر إلى أبريل لمحطتي سراة عبيدة وسرلحسان.

٢- تتراوح المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية العظمى بين ٥٠,٩ % بمحطة تثليث خلال شهر يناير و ٧٠,٨ % بمحطة النماص خلال شهر يناير.

- تبلغ معدلات الرطوبة النسبية أقصاها خلال شهر يناير بمحطات أبها وبيشة وتثليث وخميس مشيط والنماص وخلال شهر فبراير لمحطتي سراة عبيدة وسرلحسان.

٤- تتراوح المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية الصغرى بين ٢٦,٨ % بمحطة تثليث خلال شهر سبتمبر و ٤٤,٤ % بمحطة سرلحسان خلال نفس الشهر.

٥- تبلغ معدلات الرطوبة النسبية أدناها خلال شهر يونيو لمحطتي أبها والنماص وخلال شهر يوليو بمحطة بيشة وخلال شهر سبتمبر بمحطات تثليث وسراة عبيدة وخميس مشيط وسرلحسان.

٦- تبلغ المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية السنوية أقصاها بمحطة النماص بمعدل يصل إلى ٥٧,٩ % وأدناها بمحطة تثليث بمعدل لا يتعدى ٣٨,١ %.

٧- تترتب الفصول حسب معدل رطوبتها النسبية على النحو التالي جدول (٢٠).

أ - الشتاء : بمعدل يتراوح بين ٤٩,٥ % بمحطة تثليث و ٦٩,٠ % بمحطة أبها.

ب - الربيع : بمعدل يتراوح بين ٤١,١ % بمحطة تثليث و ٦١,٧ % بمحطة النماص.

ج - الخريف : بمعدل يتراوح بين ٣٣,٨ % بمحطة تثليث و ٥٣,٠ % بمحطة النماص.

د - الصيف : بمعدل يتراوح بين ٢٧,٨ % بمحطة تثليث و ٤٨,٥ % بمحطة النماص.

٨- تتأثر معدلات الرطوبة النسبية بموقع المحطة المناخية بالنسبة لخط الساحل، وكذلك بارتفاع المحطة بالنسبة لمتوسط ارتفاع سطح البحر بدرجات متفاوتة خلال مختلف الشهور، كما توضحه العلاقة بين المعدلات الشهرية للرطوبة من جهة وارتفاع المحطة وبعدها عن خط الساحل من جهة ثانية في المحطات المناخية جدول (٢١).

جدول (١٩)

المعدل الشهري للرطوبة النسبية في المحطات المناخية ١٩٧٠م - ١٩٩٧م

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	م / السنوي
أبها	٧٠,٥	٦٨,٨	٦٥,٨	٦٠,٤	٥٢,٥	٤٠,٥	٤٦,٠	٥١,٨	٤١,٧	٤٧,٤	٦٢,٥	٦٧,٦	٥٦,٣
بيشة	٥١,٤	٤٨,١	٤٨,٢	٤٤,٩	٤١,١	٣١,٨	٣١,٦	٣٣,٥	٣٢,٥	٣٦,٤	٤٦,١	٥٠,٦	٤١,٤
تثليث .	٥٠,٩	٤٦,٣	٤٢,٤	٤٣,٢	٣٧,٨	٢٧,٩	٢٧,٠	٢٨,٦	٢٦,٨	٣١,٨	٤٣,٠	٥١,٢	٣٨,١
خميس مشيط	٦٥,٣	٦٢,٨	٥٩,٩	٥٤,١	٤٨,٤	٣٧,٢	٣٧,٨	٤٩,٨	٣٦,٢	٣٩,٢	٥٦,٢	٦٤,٢	٥١,٣
سراة عبيدة	٥١,٣	٥٧,٨	٥٢,٨	٤٩,٢	٤١,٣	٣٦,٨	٣٨,٨	٤١,٤	٣٣,٢	٣٤,٣	٤٢,٩	٤٩,٦	٤٤,١
سرلمصان	٦٠,٥	٦١,٩	٥٨,٨	٥٨,٠	٥٣,١	٤٧,٠	٤٦,٨	٥٠,١	٤٤,٤	٤٩,٣	٥٣,٣	٥٧,٥	٥٣,٣
النفص	٧٠,٨	٦٩,٩	٦٦,٣	٦٢,٧	٥٦,٣	٤٦,٥	٤٨,٨	٥٠,٣	٤٧,٢	٥١,٦	٦٠,٤	٦٤,٠	٥٧,٩

جدول (٢٠)

المعدلات الفصلية للرطوبة النسبية في المحطات المناخية ١٩٧٠م - ١٩٩٧م

المحطة	م / فصل الصيف	م / فصل الربيع	م / فصل الشتاء	م / فصل الخريف
أبها	٤٦,١	٥٩,٦	٦٩,٠	٥٠,٥
بيشة	٣٢,٣	٤٤,٧	٥٠,٠	٣٨,٣
تثليث	٢٧,٨	٤١,١	٤٩,٥	٣٣,٨
خميس مشيط	٤٣,٢	٥٤,١	٦٤,١	٤٣,٩
سراة عبيدة	٣٩,٠	٤٧,٨	٥٢,٩	٣٦,٨
سرلمصان	٤٧,٩	٥٦,٦	٥٩,٨	٤٩,٠
النفص	٤٨,٥	٦١,٧	٦٨,٢	٥٣,٠

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



جدول (٢١)

العلاقة بين معدلات الرطوبة الشهرية م وارتفاع المحطات وبعدها عن البحر .

الشهر	معادلة الانحدار	معامل الارتباط	R <sup>2</sup>
يناير	$R = [(0.0018 - \text{الارتفاع (م)}) + (-0.1171) \times \text{البعد عن البحر (كلم)}] + 83.1571$	٠,٧٩٣٩	٠,٦٣٠٣
فبراير	$R = [(0.0048 - \text{الارتفاع (م)}) + (-0.0859) \times \text{البعد عن البحر (كلم)}] + 65.0385$	٠,٩٥٠٤	٠,٩٠٣٣
مارس	$R = [(0.0014 - \text{الارتفاع (م)}) + (-0.1086) \times \text{البعد عن البحر (كلم)}] + 72.4971$	٠,٩٣١٧	٠,٨٦٨١
أبريل	$R = [(0.0009 - \text{الارتفاع (م)}) + (-0.0933) \times \text{البعد عن البحر (كلم)}] + 67.1004$	٠,٩١٦٧	٠,٨٤٠٣
مايو	$R = [(0.0019 - \text{الارتفاع (م)}) + (-0.1066) \times \text{البعد عن البحر (كلم)}] + 69.12$	٠,٨٨٤٧	٠,٨٧٢٧
يونيو	$R = [(0.0017 - \text{الارتفاع (م)}) + (-0.0771) \times \text{البعد عن البحر (كلم)}] + 48.4261$	٠,٨٩١٦	٠,٧٩٥٠
يوليو	$R = [(0.002 - \text{الارتفاع (م)}) + (-0.0993) \times \text{البعد عن البحر (كلم)}] + 53.115$	٠,٩٧٧٣	٠,٩٥٥١
أغسطس	$R = [(0.0006 - \text{الارتفاع (م)}) + (-0.1286) \times \text{البعد عن البحر (كلم)}] + 68.845$	٠,٩٩١٠	٠,٩٨٢١
سبتمبر	$R = [(0.0003 - \text{الارتفاع (م)}) + (-0.0927) \times \text{البعد عن البحر (كلم)}] + 54.0123$	٠,٨٦١٩	٠,٧٤٢٩
أكتوبر	$R = [(0.0032 - \text{الارتفاع (م)}) + (-0.1189) \times \text{البعد عن البحر (كلم)}] + 68.3707$	٠,٨١٥٩	٠,٦٦٥٧
نوفمبر	$R = [(0.0052 - \text{الارتفاع (م)}) + (-0.1358) \times \text{البعد عن البحر (كلم)}] + 85.5326$	٠,٨١٣٨	٠,٦٦٩٦
ديسمبر	$R = [(0.0045 - \text{الارتفاع (م)}) + (-0.1192) \times \text{البعد عن البحر (كلم)}] + 87.1281$	٠,٨٧١٥	٠,٦١٠٧

الجدول من إعداد الباحثة.

ولقد اعتمدنا على هذه العلاقة في المعالجة الإحصائية واستخدام النماذج الرياضية كنموذج الانحدار الخطي المقطعي لتقدير متوسطات الرطوبة الشهرية في ٢٨ محطة لقياس الأمطار جدول (٢٢). ونذكر على سبيل المثال كيفية تقدير معدل الرطوبة الشهرية لشهر يناير في محطة أبوجنيه كالتالي :

المتغير الأول : الارتفاع = ١٦٥٠م

المتغير الثاني : البعد عن البحر = ١٧٥كم

الثابت = ٨٣,٦٥٧١

النموذج الرياضي لمتوسط رطوبة شهر يناير هو :

$$R = 83,6571 + [175 \times (-0,1171)] + [1650 \times (-0,0018)]$$

$$= 83,6571 + [-20,4925] + [-2,97]$$

$$= 83,6571 - 23,4625$$

$$R = 60,3 \text{ م}$$

وبدراسة تغيرات المعدلات الشهرية للحرارة والرطوبة النسبية في محطات عسير الجبلية يتضح أن هناك فترة تتخفّض فيها معدلات الرطوبة النسبية، وفترة ترتفع فيها هذه المعدلات والتي تؤثر بدورها على الأمطار، بحيث يترتب على الأخيرة انعكاسات إيجابية على النمو النباتي خاصة إذا توافقت مواسم الأمطار مع الاحتياجات المائية لنمو النبات. وتعد الرطوبة النسبية من العناصر المناخية التي تؤثر بشكل غير مباشر على النبات لارتباطها بمقدار وكمية التبخر من سطح التربة والنتج من النبات، حيث تزداد سرعة التبخر/النتج كلما انخفضت الرطوبة النسبية وهذا ما يفسر قلة معدلات التبخر/النتج في محطات جبال السروات مع ارتفاع ملحوظ في معدلات الرطوبة النسبية مقارنة بمحطات منطقة الهضبة الداخلية. وتستفيد بعض أوراق النباتات بكميات قليلة من الرطوبة الموجودة في صورة الندى أو السحاب أو الضباب كما في بعض الأشنان *Usnea articulate* المعلقة على أشجار العرعر في جبال السروات والتي تستطيع أن تمتص بخار الماء من الجو المشبع بالرطوبة أو التي تنمو على سطح الصخور الصلبة الخالية من التربة والمياه أو على جذوع وأفرع الأشجار كما في بعض السحليات Orchids. مجاهد، (١٩٩٥م).

وتتأثر الرطوبة النسبية بعدة عوامل كالحرارة والرياح والغطاء النباتي والارتفاع ودرجة التعرض، حيث تقل الرطوبة النسبية كلما زادت درجة الحرارة والعكس صحيح، كما أن الرياح الجافة تعمل على خفض الرطوبة النسبية في الهواء المحيط بالنبات، وبما أن للتضاريس دوراً مباشراً على انخفاض درجة الحرارة فإن هذا يساعد على زيادة الرطوبة النسبية في الهواء.

## معدلات الرطوبة النسبية الشهرية في محطات المنطقة الجبلية بعسير .

اسم المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أبيها	٦٦.٦	٦٥.٩	٦٣.٢	٥٩.١	٥٣.١	٤٣.٤	٤٦.٨	٥١.٨	٤٢.٩	٤٧.٦	٥٨.٧	٦٣.٧
أبو جنية	٦٠.٣	٥٧.٩	٥٥.٨	٥٢.٨	٤٧.٥	٣٧.٧	٣٩.٥	٤٣.٦	٣٧.٣	٤٢.١	٥٣.٢	٥٨.٨
أمة	٦٤.٣	٦٢.١	٦٠.٠	٥٦.٤	٥١.١	٤٠.٨	٤٣.٦	٤٨.٦	٤٠.٧	٤٥.٨	٥٧.٢	٦٢.٣
آل عامر	٦٣.٦	٦٤.٠	٦٠.٦	٥٦.٨	٥٠.٣	٤١.٥	٤٤.٤	٤٨.٣	٤٠.٦	٤٤.٥	٥٥.١	٦٠.٥
بني ثور	٦١.٦	٥٩.٢	٥٧.١	٥٤.٠	٤٨.٧	٣٨.٧	٤٠.٨	٤٥.٢	٣٨.٤	٤٣.٣	٥٤.٥	٦٠.٠
بني مالك	٦٧.٥	٦٥.٣	٦٣.٥	٥٩.٤	٥٤.٠	٤٣.٤	٤٦.٩	٥٢.٦	٤٣.٥	٤٩.٠	٦٠.٦	٦٥.٣
بيشة	٥٢.٦	٤٨.٥	٤٦.٧	٤٥.٢	٤٠.٧	٣٠.٨	٣٠.٨	٣٣.٦	٣٠.٥	٣٥.٣	٤٦.٣	٥٢.٧
بللمسر	٦٥.٧	٦٥.٦	٦٢.٥	٥٨.٥	٥٢.٢	٤٢.٩	٤٦.٢	٥٠.٨	٤٢.٣	٤٦.٦	٥٧.٥	٦٢.٦
تلجر	٦٥.٠	٦٥.٤	٦٢.١	٥٨.١	٥١.٦	٤٢.٦	٤٥.٨	٥٠.١	٤١.٨	٤٥.٩	٥٦.٦	٦١.٨
تبالة	٥٨.٤	٥٢.٨	٥٢.٢	٤٩.٩	٤٦.٠	٣٤.٧	٣٥.٨	٤٠.٥	٣٥.٢	٤١.٢	٥٣.١	٥٨.٧
تثليث	٤٨.٢	٤٥.٠	٤٢.٦	٤١.٦	٣٦.٨	٢٧.٨	٢٧.٠	٢٨.٣	٢٧.٠	٣٠.٩	٤١.٣	٤٨.٤
تندحة	٦١.٢	٦٠.٢	٥٧.٤	٥٤.١	٤٨.٣	٣٩.٠	٤١.٢	٤٥.١	٣٨.٤	٤٢.٧	٥٣.٥	٥٩.١
تمنية	٦٥.٠	٦٥.٤	٦٢.١	٥٨.١	٥١.٦	٤٢.٦	٤٥.٨	٥٠.١	٤١.٨	٤٥.٩	٥٦.٦	٦١.٨
تنومة	٦٨.٣	٦٦.٦	٦٤.٥	٦٠.٢	٥٤.٦	٤٤.٢	٤٧.٩	٥٣.٧	٤٤.٢	٤٩.٥	٦١.٠	٦٥.٧
الجوف	٥٦.٦	٥٧.٨	٥٣.٦	٥٠.٨	٤٤.١	٣٦.٤	٣٧.٩	٣٩.٨	٣٤.٩	٣٧.٧	٤٧.٦	٥٣.٩
الحرجة	٥٧.٧	٦٠.٢	٥٥.٣	٥٢.٢	٤٤.٨	٣٧.٨	٣٩.٧	٤١.٣	٣٥.٩	٣٨.٢	٤٧.٨	٥٤.١
الحيفة	٥٥.٤	٥١.٠	٤٩.٦	٤٧.٦	٤٣.٢	٣٢.٩	٣٣.٥	٣٧.٠	٣٢.٨	٣٨.٠	٤٩.٣	٥٥.٤
الحنى	٦٤.٨	٦٣.٩	٦١.٢	٥٧.٤	٥١.٥	٤١.٨	٤٤.٩	٤٩.٥	٤١.٤	٤٦.٠	٥٧.٠	٦٢.٢
خميس مشيط	٦٣.٨	٦٣.٣	٦٠.٤	٥٦.٧	٥٠.٦	٤١.٣	٤٤.١	٤٨.٤	٤٠.٦	٤٥.٠	٥٥.٩	٦١.٢
خير الجنوب	٥٨.٧	٥٦.٨	٥٤.٣	٥١.٦	٤٦.١	٣٦.٧	٣٨.٣	٤١.٨	٣٦.١	٤٠.٥	٥١.٤	٥٧.٢
الزهراء	٦٧.٧	٦٨.٠	٦٤.٩	٦٠.٥	٥٤.١	٤٤.٧	٤٨.٥	٥٣.٥	٤٤.١	٤٨.٥	٥٩.٥	٦٤.٣
سراة عبيدة	٥٩.٠	٦١.٦	٥٦.٨	٥٣.٥	٤٦.١	٣٨.٩	٤١.٠	٤٣.١	٣٧.١	٣٩.٦	٤٩.٣	٥٥.٤
سر لعسان	٦٦.٥	٦٥.٣	٦٢.٩	٥٨.٨	٥٣.٠	٤٣.٠	٤٦.٤	٥١.٦	٤٢.٨	٤٧.٧	٥٩.٠	٦٣.٩
السودة	٦٧.٦	٧٠.٤	٦٦.٠	٦١.٣	٥٣.٨	٤٥.٨	٤٩.٨	٥٣.٩	٤٤.٤	٤٧.٧	٥٨.٠	٦٣.٠
سبت العليا	٦٧.٢	٦٤.٢	٦٢.٨	٥٨.٨	٥٣.٧	٤٢.٨	٤٦.١	٥٢.٠	٤٣.٠	٤٨.٨	٦٠.٦	٦٥.٣
صبح باللحم	٦٦.٦	٦٥.٩	٦٣.٢	٥٩.١	٥٣.١	٤٣.٤	٤٦.٨	٥١.٨	٤٢.٩	٤٧.٦	٥٨.٧	٦٣.٧
صمخ	٥١.٨	٥٠.٧	٤٧.٤	٤٥.٦	٣٩.٩	٣١.٦	٣١.٨	٣٣.٣	٣٠.٤	٣٣.٧	٤٣.٩	٥٠.٦
ظهران الجنوب	٦١.٠	٦٠.٨	٥٧.٦	٥٤.٣	٤٨.١	٣٩.٢	٤١.٥	٤٥.٠	٣٨.٣	٤٢.٣	٥٢.٩	٥٨.٥
عبالة	٦٥.٥	٦٦.٨	٦٣.١	٥٨.٩	٥٢.٠	٤٣.٤	٤٦.٩	٥٠.٩	٤٢.٤	٤٦.١	٥٦.٦	٦١.٨
علكم	٦٦.٦	٦٥.٩	٦٣.٢	٥٩.١	٥٣.١	٤٣.٤	٤٦.٨	٥١.٨	٤٢.٩	٤٧.٦	٥٨.٧	٦٣.٧
الماوين	٦٢.٩	٦٢.٩	٥٩.٧	٥٦.١	٤٩.٨	٤٠.٨	٤٣.٥	٤٧.٤	٤٠.٠	٤٤.٠	٥٤.٦	٦٠.١
م. بني عمرو	٦٨.١	٦٠.٩	٦١.٧	٥٨.٠	٥٤.٧	٤١.٥	٤٤.٦	٥٢.٢	٤٣.٠	٥٠.٧	٦٣.٧	٦٨.٠
النماص	٦٣.٥	٦٦.١	٦١.٦	٥٧.٦	٥٠.٢	٤٢.٥	٤٥.٦	٤٨.٨	٤١.٠	٤٣.٩	٥٣.٩	٥٩.٥
و. ابن هشبل	٦٥.٢	٦١.٦	٦٠.٤	٥٦.٧	٥٢.٠	٤٠.٩	٤٣.٧	٤٩.٤	٤١.٢	٤٧.١	٥٨.٩	٦٣.٨
يعرى	٥٨.٣	٥٧.٩	٥٤.٧	٥١.٨	٤٥.٧	٣٧.٠	٣٨.٧	٤١.٦	٣٦.١	٣٩.٨	٥٠.٢	٥٦.٢

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة

وكما تؤثر الرطوبة في النبات فإنها تتأثر به من خلال ما يقوم به أثناء عملية النتح التي تساعد على التقليل من درجة الحرارة وبالتالي زيادة رطوبة الهواء. ويظهر دور الارتفاع كعامل مؤثر في الرطوبة من خلال تكوين الأمطار عندما تعترض السلاسل الجبلية سير الرياح الرطبة فتضطرها للارتفاع الأمر الذي يؤدي إلى تكاثف رطوبة الهواء وسقوط الأمطار، كما هو في جبال السروات بمنطقة عسير التي تستقبل معدلات أمطار مرتفعة بسبب الرياح الموسمية الجنوبية الغربية، ويظهر أثر درجة التعرض للرياح الرطبة في جبال السروات بمنطقة عسير بشكل كبير، حيث تستقبل محطات حافة جرف السروات أمطاراً غزيرة مقارنة بمحطات السفوح المظاهرة لتلك الرياح، وبالتالي ينعكس ذلك على اختلاف النبات من حيث النوع والكثافة بين السفوح المواجهة للرياح الرطبة (جبال السروات) وبين الهضبة الداخلية (هضبة عسير).  
وبتحص الأشكال (٣٨-٤٤) يتضح :

#### ١ - بالنسبة لمحطات منطقة جبال السروات توجد فترتان هما :

الفترة الأولى تمتد من شهر نوفمبر الذي يمثل بداية الانخفاض الحراري إلى شهر مارس الذي يمثل نهاية فترة الانخفاض الحراري، حيث تتسم الفترة التالية له بارتفاع درجة الحرارة بمتوسط ٢ م<sup>٥</sup> مقارنة مع شهر فبراير بالنسبة لمحطات أبها، خميس مشيط، سراة عبيدة، وسرلحسان والنماص اللتان تمتد فيهما فترة ارتفاع الرطوبة النسبية إلى شهر أبريل.

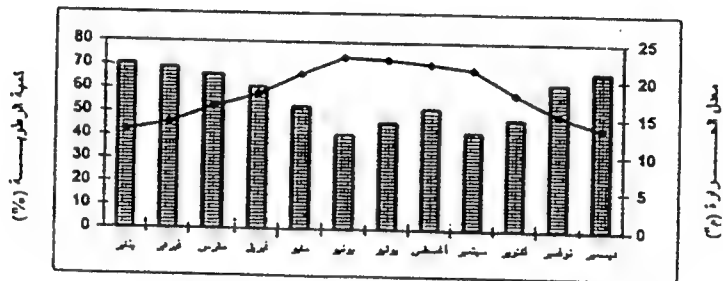
١-١ تتميز الفترة التي ترتفع فيها معدلات الرطوبة النسبية بانخفاض ملموس لدرجات الحرارة يقابله ارتفاع في كميات الرطوبة النسبية والتي تؤثر بدورها في كميات الأمطار بالنسبة لهذه الأشهر.

٢-١ يقترب تغير معدل الحرارة مع تغير معدل الرطوبة النسبية في شهر أبريل لجميع المحطات وقد يعزى ذلك لأن شهر أبريل يعد شهراً مطيراً في محطات منطقة الدراسة عدا محطتي سرلحسان والنماص اللتين تسجلان في هذا الشهر رطوبة نسبية مرتفعة بسبب ارتفاع معدلات الأمطار، ويتمثل فيهما هذان المعدلان خلال شهر مايو لأن شهر مايو يعد من شهور فصل الربيع الذي يتميز بارتفاع معدلات الأمطار. وتمثل هاتان المحطتان أطول فترة للرطوبة النسبية بالنسبة لمحطات منطقة السروات.

٣-١ يقابل تلك الفترة التي ترتفع فيها معدلات الرطوبة النسبية بالنسبة لمحطات مرتفعات السروات. فترة ثانية تتصف بقلة رطوبة الهواء نتيجة لارتفاع درجات الحرارة وانخفاض كميات الرطوبة النسبية.

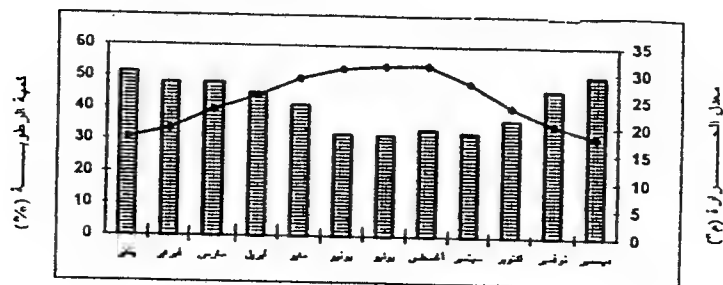
شكل (٣٨)

تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة أبيها.



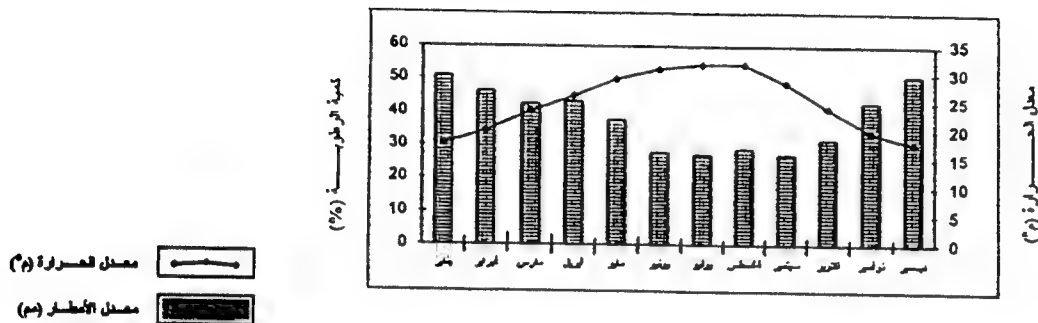
شكل (٣٩)

تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة بيشة.



شكل (٤٠)

تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة تثليث.



معدل الحرارة (°م)

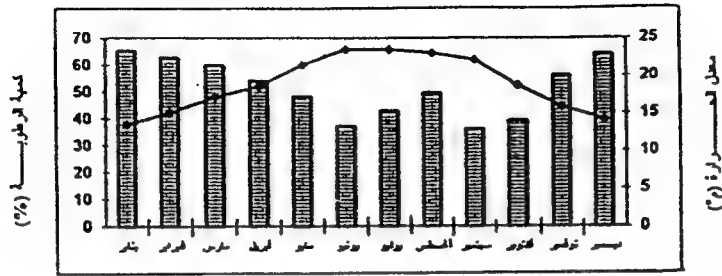


معدل الأمطار (مم)

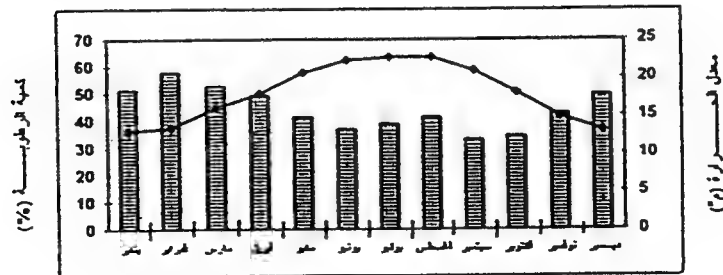


المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

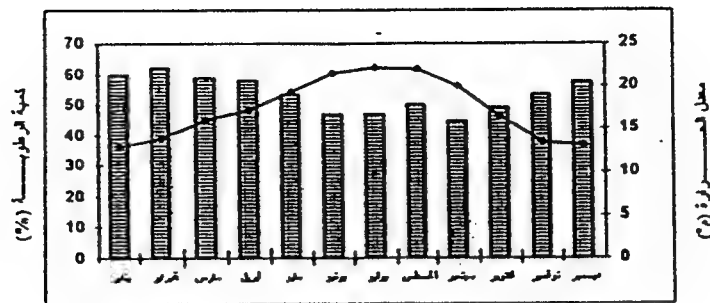
تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة خميس مشيط.



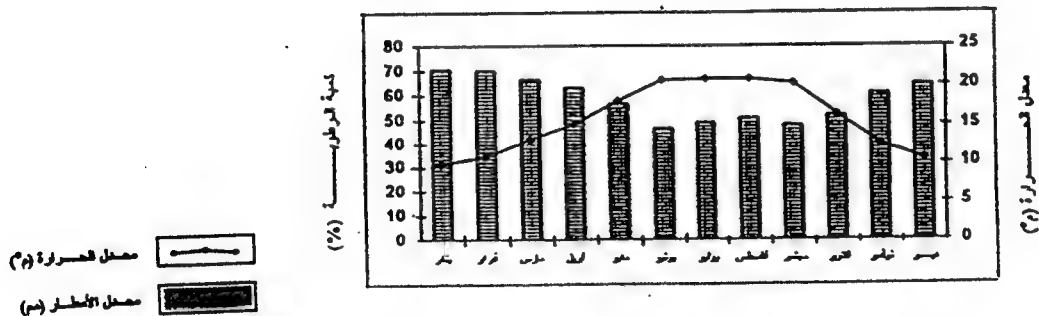
تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة سراة عبيدة.



تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة سرلحسان.



تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة النماص.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرياسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

وتمتد فترة انخفاض الرطوبة النسبية من بداية شهور فصل الصيف التي تتميز بارتفاع تدريجي واضح لدرجات الحرارة ابتداء من شهر مايو إلى شهر أكتوبر لجميع المحطات عدا محطتي سر لعصان والنماص اللتين تتأخر فيهما بداية تلك الفترة إلى شهر يونيو ونهايتها إلى شهر سبتمبر وهذه الفترة تمثل أقصر فترة انخفاض للرطوبة النسبية بالنسبة لمحطات منطقة مرتفعات السروات.

## ٢- بالنسبة لمحطات هضبة عسير الداخلية توجد فترتان هما :

الفترة الأولى تمتد من شهر نوفمبر الذي يمثل بداية الانخفاض الحراري بمعدل  $4^{\circ}\text{م}$  مقارنة مع شهر أكتوبر إلى شهر مارس الذي يمثل بداية الارتفاع الحراري بمعدل  $3,5^{\circ}\text{م}$  مقارنة مع شهر فبراير بالنسبة لمحطتي بيشة وتثليث.

١-٢ يُعد شهر أبريل شهراً ذا رطوبة نسبية منخفضة وذلك لارتفاع تغير معدل الحرارة عن تغير معدل الرطوبة النسبية بالنسبة لمحطة تثليث وتطابق هذا التغير بالنسبة لمحطة بيشة.

٢-٢ تتشابه خصائص فترة ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية بالنسبة لمنطقة هضبة عسير الداخلية مع خصائص فترة ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية في منطقة مرتفعات السروات من حيث التغيرات الشهرية لعلاقة الحرارة بالرطوبة النسبية، مع ارتفاع معدلات درجات الحرارة وانخفاض معدلات الرطوبة النسبية بمحطات الهضبة الداخلية أكثر من مثيلاتها بمحطات مرتفعات السروات.

٣-٢ يقابل تلك الفترة التي ترتفع فيها معدلات الرطوبة النسبية بمنطقة هضبة عسير الداخلية فترة ثانية هي فترة تنصف بقلة رطوبة الهواء أكثر من مثيلتها بمنطقة السروات، كما تدل عليه العلاقة الموجودة بين معدلات درجات الحرارة ومعدلات الرطوبة النسبية التي تفوق جميع المحطات بالمنطقة الجبلية بعسير. وتمتد فترة انخفاض الرطوبة النسبية من شهر مايو الذي يمثل بداية فصل الصيف إلى شهر أكتوبر الذي يمثل بداية فصل الخريف.

ومما تقدم يتضح أن المنطقة الجبلية بعسير تتميز بفترة ترتفع فيها معدلات الرطوبة النسبية تمتد ٥ شهور من شهر نوفمبر إلى شهر مارس، وفترة تنخفض فيها معدلات الرطوبة النسبية تمتد ٦ شهور من شهر مايو إلى شهر أكتوبر، تتعرض فيها المنطقة لقلّة الرطوبة في الهواء والتي تؤثر بدورها في الأمطار. وبين الفترتين يشكل شهر أبريل شهراً ترتفع فيه الرطوبة النسبية لبعض محطات السروات مثل سرلعصان والنماص وشهراً تنخفض فيه الرطوبة النسبية في بقية محطات السروات ومحطات الهضبة الداخلية، ويكون شهر مايو أيضاً شهراً ذا

رطوبة منخفضة في جميع محطات المنطقة الجبلية بعسير ويستثنى من ذلك محطات سرلعصان والنماص اللتان يتماثل فيهما تغير معدل الحرارة مع تغير معدل الرطوبة النسبية في هذا الشهر. وقد يعزى ذلك لأن شهر مايو من شهور فصل الربيع الذي يتميز بارتفاع معدلات الأمطار.

#### رابعاً - التبخر/ النتج.

التبخر هو عملية تحول السوائل إلى بخار ماء بواسطة الحرارة. والمقصود بالتبخر/النتج في هذه الدراسة هو كمية المياه المفقودة من سطح التربة بواسطة التبخر ومن النبات بواسطة النتج تحت تأثير تغيرات مختلف العناصر المناخية. وتلعب عملية التبخر/النتج في الطبيعة دوراً مهماً في :

- ١- تحويل كميات من الماء بالمسطحات المائية إلى بخار ماء تحمله السحب إلى مناطق واسعة من اليابس حيث يتكاثف في الهواء ويتساقط على شكل أمطار وتلوج يستفيد منها الغطاء النباتي خلال مراحل نموه المختلفة.
- ٢- تعديل العلاقة القائمة بين الفائض المائي خلال الفصول الرطبة والعجز المائي خلال الفصول الجافة.
- ٣- تعديل العلاقات القائمة بين عناصر الموازنة المائية من فصل لآخر.

ولقد اهتم الكثير من الباحثين بدراسة وتحليل وقياس ظاهرة التبخر/النتج في مناطق مناخية مختلفة من العالم للاستفادة منها في النشاط الزراعي وأعمال الري والتصرف بالأحواض المائية، والمناطق العمرانية وتصميم الخزانات المائية والسدود خاصة بالمناطق التي تعاني عجزاً مزمناً في عنصر الماء بالمناطق الجافة وشبه الجافة، خاصة العالم ثورنثوايت الذي تبين له ولغيره من الباحثين أن هذين العاملين هما أهم عاملين يتحكمان في تحديد القيمة الفعلية للأمطار ومعرفة الفاقد المائي وهما متلازمان دائماً في أي منطقة تنمو بها أي حياة نباتية.

ولقد اخترع العديد من الباحثين في هذا المجال خاصة المهتمين منهم بالدراسات المناخية والهيدرولوجية عدة طرق لقياس وتقدير التبخر/النتج. وطرق قياس التبخر/النتج معروفة بواسطة الأجهزة التي اقترحت لقياسها، أما طرق التقدير فتتم بواسطة نماذج رياضية وهي مبنية على دراسة معاملات الارتباط بين التبخر/النتج من جهة والعوامل التي تتحكم فيه من جهة ثانية وأهمها درجة الحرارة، الإشعاع الشمسي، بخار الماء، الرياح.



### طرق قياس التبخر/النتج.

هناك العديد من الأجهزة والطرق المستخدمة في قياس كمية التبخر مباشرة من الأسطح المائية منها :

أ- أجهزة قياس التبخر من الأسطح المسامية المبللة، أشهرها جهاز قياس التبخر بيش "Piche".

ب- أجهزة قياس التبخر من الأسطح المائية بالأحواض المعدنية المفتوحة كحوض التبخر المفتوح من فئة "A" Classe الذي يعتبر أكثر طرق قياس التبخر شيوعاً واستخداماً في العالم.

ج- جهاز قياس التبخر/النتج من التربة والنبات Lysimeter الذي يعتبر أكثر الأجهزة استخداماً في هذا المجال.

ونظراً لصعوبة الحصول على قياسات دقيقة لكمية التبخر/النتج بسبب تداخل وتشابك العناصر المناخية والظروف الطبيعية المتحركة فيهما من حيث : الإشعاع الشمسي على سطح الأرض، درجة حرارة كل من الهواء وسطح الأرض، الرطوبة النسبية للهواء، سرعة الرياح، اختلاف الضغط الجوي على سطح الأرض، تباين شكل وطبيعة سطح الأرض، تنوع التربة وتباين طاقة تخزينها للمياه، كثافة وتنوع الغطاء النباتي.

وبما أن العوامل السابقة التي تتحكم في عملية التبخر/النتج هي واحدة تقريباً حيث لا يوجد أي حد فاصل بين الدور الذي يلعبه أحدهما والدور الذي يلعبه الآخر، فقد اقترح كثير من العلماء ومنهم ثورنثوايت معالجتهما كعنصر واحد لتحديد الأثر العام لهما معاً، خاصة وأن هذا الأثر هو الذي يحدد فعلاً المقدار الكلي لما يضيع من المياه. كما اضطرت طبيعة العلاقات الموجودة بين هذه العناصر المناخية والظروف الطبيعية الباحثين إلى بناء نماذج رياضية تساعد على تقدير كمية التبخر/النتج. وتختلف هذه النماذج في صياغتها تبعاً لاختلاف المتغيرات المناخية في طريقة حسابها.

### طرق تقدير التبخر/النتج.

قدم العديد من الباحثين نماذج رياضية مختلفة لتقدير كمية التبخر/النتج من التربة ومن المسطحات المائية. وتختلف طرق تقدير كمية التبخر/النتج باختلاف متغيرات النموذج الرياضي المستخدمة في تقديره، ومن أهم طرق تقديره :

- أ- معادلة بلاتي وكريدل **Blaney and Criddle**  
تعتمد هذه المعادلة في تقديرها لكمية التبخر/ النتج على عنصر الحرارة وكمية استهلاك النباتات للمياه ونسبة السطوع الشمسي.
- ب- معادلة هولدريدج **Holdridge**  
وتعتمد هذه المعادلة على عنصر الحرارة في تقدير التبخر/النتج.
- ج- معادلة بنمان **Penman**  
وتعتمد هذه المعادلة على عنصري الرياح وبخار الماء في حساب كمية التبخر/النتج.
- د- معادلة ثورنثوايت **Thornthwaite**  
تعتمد هذه المعادلة في تقديرها لكمية التبخر/النتج على عنصر الحرارة  
(Lecarpentier, C., (1975).  
قياس التبخر في الأراضي الجبلية بعسير.
- تحتوي منطقة الدراسة على ٧ محطات مناخية و ٢٨ محطة لقياس الأمطار. ويتم قياس التبخر بمحطات أبها وبيشة وسراة عبيدة وسرلعصان والنماص وتثليث، في حين لا تحتوي محطة خميس مشيط على بيانات لقياس التبخر متجانسة مع مثيلاتها بالمحطات المناخية المذكورة خلال الفترة الممتدة من ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م. وتعتمد قياسات التبخر المستخدمة في وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا) على قراءات حوض التبخر المعدني المفتوح من فئة "A" Classe. ولقد أعطت هذه القراءات النتائج الآتية : جدول (٢٣).
- ١- يتباين معدل التبخر الشهري في المنطقة الجبلية بعسير من محطة لأخرى ويتراوح بين ٧٩,٥ مم خلال شهر يناير بمحطة النماص و ٤٢٣,١ مم خلال شهر سبتمبر بمحطة سراة عبيدة.
- ٢- تتميز الفترة الممتدة من شهر يونيو إلى أكتوبر بمحطة أبها ومن شهر أبريل إلى أكتوبر بمحطة بيشة ومن شهر مايو إلى أكتوبر بمحطة تثليث وسراة عبيدة وسرلعصان والنماص بمعدلات شهرية للتبخر تزيد عن المعدل الشهري للسنة.
- ٣- تمتد تأثيرات الفصل الحار على التغيرات الشهرية للتبخر حتى شهر نوفمبر بجميع المحطات المناخية رغم انخفاض المعدلات الحرارية الشهرية عن المعدل الشهري ابتداء من شهر أكتوبر شكل (٤٥) يوضح معدلات التبخر/ النتج المحسوبة لشهر يوليو بمعادلة ثورنثوايت المعدلة في محطات المنطقة، حيث تأخذ معدلات التبخر/النتج في الزيادة كلما اتجهنا شمال شرق المنطقة نظراً لتأثرها بدرجة الحرارة والعكس صحيح.

جدول (٢٣)

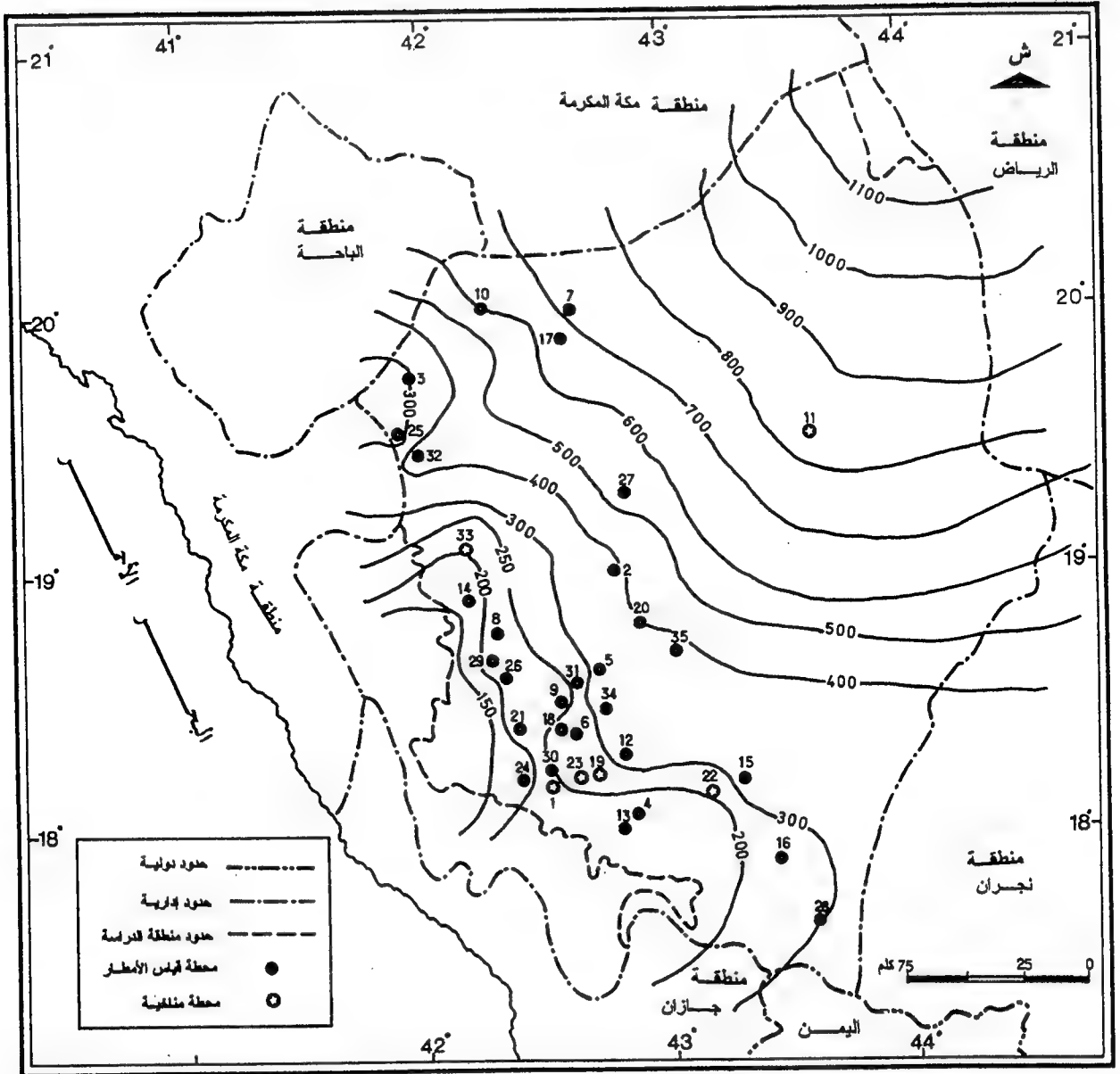
المعدل الشهري للتبخر المقاس (مم) في المحطات المناخية ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل الشهري
أبها	١٥٤,٤	١٥٩,٥	١٩٨,٢	١٩٥,٤	٢٠٥,٨	٢٧٨,٣	٢٧٣,٨	٢٤٥,٣	٢٧٤,٥	٢٣١,٦	١٩٧,١	١٥١,٩	٢١٣,٨
بيشة	١٨٠,٤	١٩٦,٣	٢٧٠,٣	٢٠٥,٨	٢٤٧,٦	٢٨٦,٦	٤١٤,٥	٢٩٢,٢	٢٥٣,٨	٢٠٩,٣	٢١٨,٢	١٧٧,٦	٢٩٦,١
تثليث	١٦٣,٨	١٨٧,١	٢٣٢,٥	٢٤٥,٨	٢٢٤,٨	٢٢٩,٦	٢٨٦,٦	٢١١,٤	٢٧٥,٢	٢٨٦,٧	٢٢٥,٦	١٦٢,٨	٢٥٢,٧
سراة عبيدة	٢٩١,١	٢٧٠,٨	٢٠٢,١	٢٠٧,٩	٢٧٦,٤	٤٠١,٣	٤١٩,٨	٤٠٦,٨	٤٢٣,١	٢٩١,٤	٢٠١,٧	٢٨٠,٨	٢٤٧,٨
سر لعصان	١٤٥,٥	١٥٢,٩	١٨٦,٩	١٧٤,١	٢١٠,٦	٢٠٣,٣	٢٤٥,٤	٢١٤,١	٢٢٤,٥	٢١٠,٥	١٦٤,٥	١٥٠,٤	١٩٠,٢
المناص	٧٩,٥	٨٦,٩	١٢٠,١	١٦٥,٤	٢١٨,٥	٢٧٥,٩	٢٨٠,٧	٢٤١,٣	٢٦٥,٢	٢٢٣,٢	١٢٣,٩	٨٧,٩	١٨٣,٢

إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه.

## شكل (٤٥)

معدل التبخر-النتح لشهر يوليو المحسوب بمعادلة ثورنثوايت Thornthwaite  
المعدلة ١٩٩٧/٧٠ م بمنطقة عسير الجبلية.



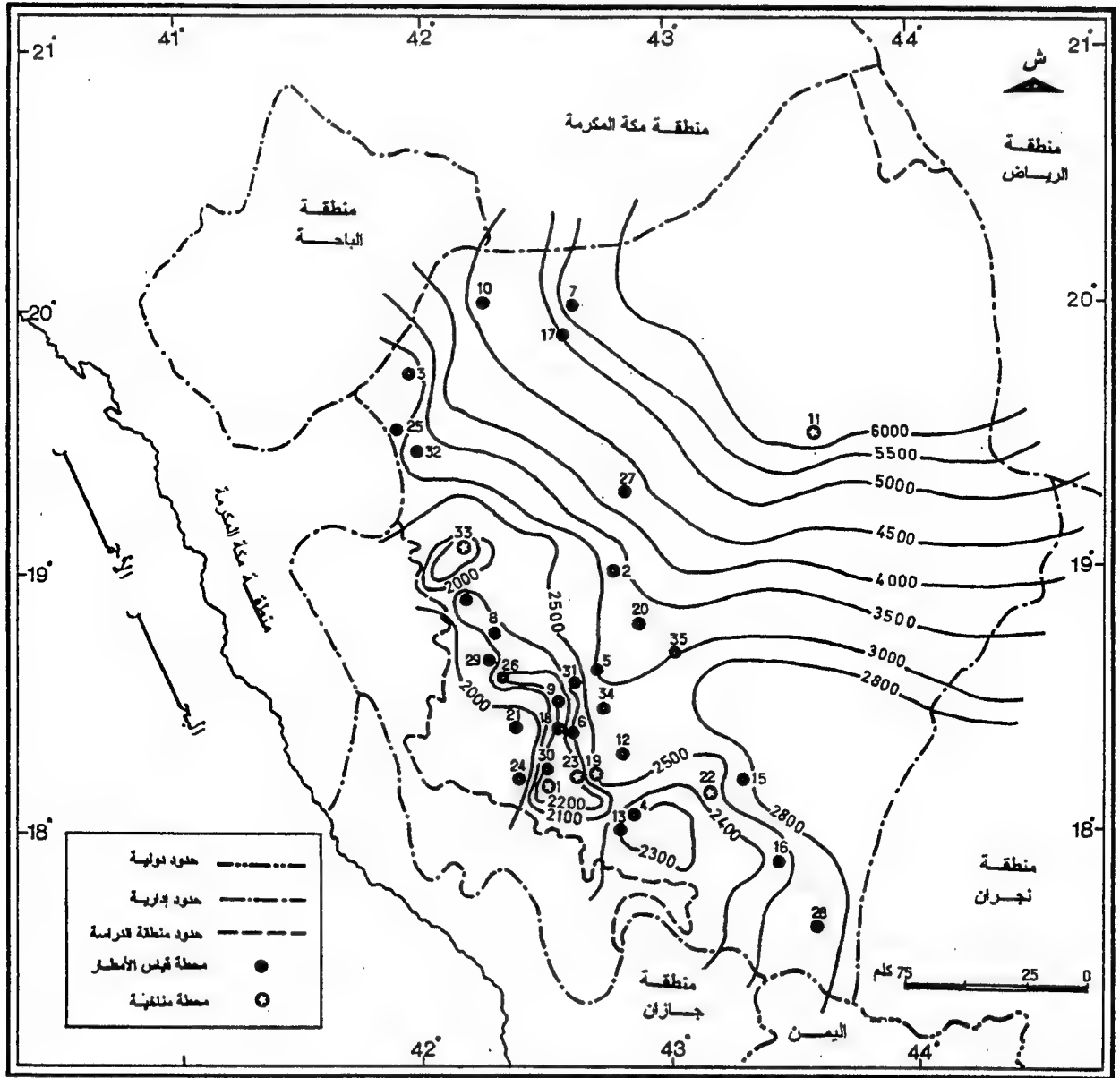
المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

- ٤- تبلغ معدلات التبخر الشهري أقصاها خلال شهر يونيو بمحطتي أبها وتثليث وخلال شهر يوليو بمحطات سرلعصان وبيشة والنماص.
- ٥- تتماثل تغيرات معدلات التبخر الشهرية بالمحطات المناخية مع تغيرات المعدلات الشهرية لساعات السطوع الشمسي.
- ٦- تمتد تأثيرات كمية الإشعاع الشمسي حتى شهر نوفمبر رغم أن المعدلات الشهرية لها تبدأ في الانخفاض عن المعدل الشهري للسنة خلال شهر نوفمبر بمحطات سرلعصان وبيشة وتثليث.
- ٧- تبلغ معدلات التبخر الشهرية أداها خلال شهر يناير بمعدلات تتراوح بين ٧٩,٥ مم بمحطة النماص و ١٧٧,٦ مم في شهر ديسمبر بمحطة بيشة وبمعدل ٢٧٠,٨ مم خلال شهر فبراير بمحطة سراة عبيدة.
- ٨- يوضح شكل (٤٦) معدلات التبخر/النتج السنوية المحسوبة بمعادلة ثورنثوايت المعدلة في محطات المنطقة ، حيث يتأثر اتجاه خطوط التساوي للمعدلات السنوية بمعدلات اتجاه الشهر الحار يوليو وعليه تزداد المعدلات السنوية للتبخر/النتج في المنطقة كلما اتجهنا إلى الشمال الشرقي.
- ٩- تتأثر المعدلات الشهرية للتبخر بدرجات متفاوتة في المحطات المناخية كما تدل عليه أشكال العلاقة الموجودة بين معدلات الحرارة الشهرية ومعدلات التبخر الشهرية أشكال (٤٧ أ - ٤٧ و) ولقد ترتب على هذا التباين الزمني للعلاقة بين المتغيرين المذكورين تباينات مكانية للعلاقة الموجودة بين الحرارة و التبخر المقاس، كما تدل عليه قيم معامل الارتباط التي تتراوح بين ٠,٨٩٥٢ بمحطة سر لعصان و ٠,٩٨٨٧ بمحطة بيشة جدول (٢٤). في حين لا تتعدى العلاقة بين المتغيرين على مستوى المنطقة ٠,٧٥١٣.

ويعد التبخر/النتج من الوسائل التي تفقد بواسطتها مياه الأمطار، حيث تفقد التربة جزءاً من رطوبتها بواسطة التبخر في حين تفقد النباتات رطوبتها بواسطة النتج من أسطح أوراقها، ومما تقدم يتضح أن عملية التبخر/النتج تتأثر بتغير مختلف العناصر المناخية وبالعلاقة المتداخلة بين تلك العناصر كالإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية والرياح وكمية الأمطار وطبيعة فترة الهطول بالنسبة للكثافة وطول الفترة وفصلية المطر وطبوغرافية المنطقة ودرجة نفاذية التربة، بالإضافة لكثافة الغطاء النباتي وتنوعه، وحيث تتماثل معدلات التبخر/النتج مع تلك العناصر في الفصل الحار بمنطقة الدراسة فتبلغ أقصاها خلال شهور الصيف مما ينعكس سلباً على معدلات الأمطار الصيفية حيث لا تستفيد المنطقة بتلك

## شكل (٤٦)

معدل التبخر-النتح السنوي المحسوب بمعادلة ثورنثوايت Thornthwaite  
المعدلة ١٩٩٧/٧٠م بمنطقة عسير الجبلية

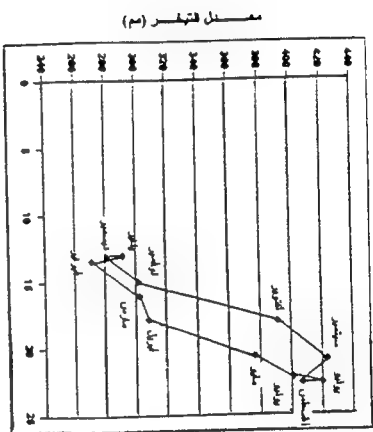


المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

شكل (٤٧)  
العلاقة بين معدل الحرارة الشهري ومعدل التبخر الشهري في المحطات المناخية  
(١٩٩٧-١٩٩٠م)

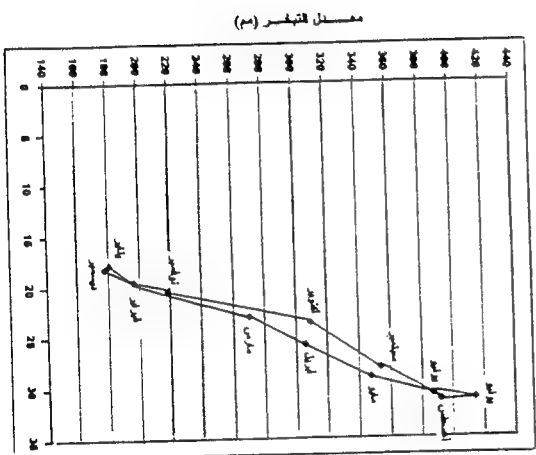
ب تفتت

ج سر الأعشدة



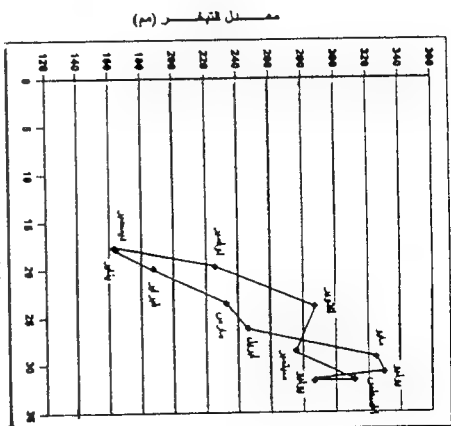
معدل التبخر (مم)

و



معدل قنبر (مم)

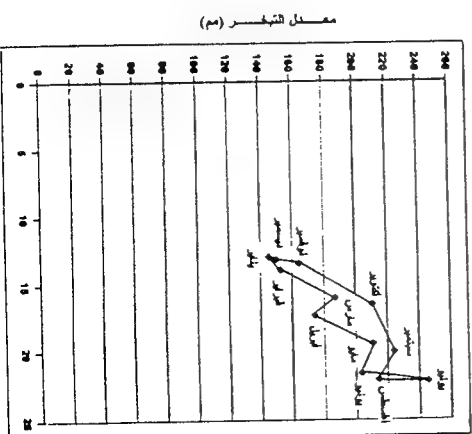
معدل قنبر (مم)



معدل قنبر (مم)

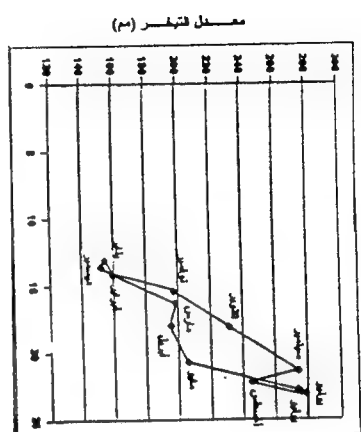
معدل قنبر (مم)

و



معدل قنبر (مم)

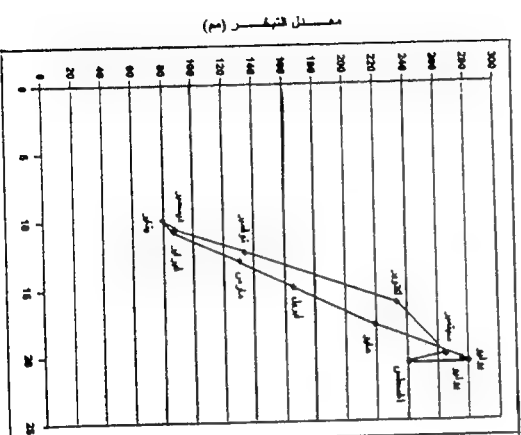
معدل قنبر (مم)



معدل قنبر (مم)

معدل قنبر (مم)

و



معدل قنبر (مم)

معدل قنبر (مم)

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرياسة العامة للأرصاد  
وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

جدول (٢٤)

العلاقة بين المعدلات الشهرية للحرارة والتبخر المقاس (مم)  
بالمحطات المناخية ١٩٧٠م - ١٩٩٧م

المحطة	معدل الحرارة $\bar{X}$	معدل التبخر $\bar{Y}$	$R^2$	$r$	معادلة الانحدار
أبها	١٨,٢	٢١٣,٨	٠,٨٧٧٤	٠,٩٤٢٠	$٠,٩٩٤٣ \text{ أس } ١,٨٨٢ = ع$
بيشة	٢٤,٩	٢٩٦,٠	٠,٩٧٧٦	٠,٩٨٨٧	$٢٦٢,٥ - ٢٨٨,٩٥ \text{ أس } ٢,٢٥١٥ = ع$
تثليث	٢٥,٠	٢٥٢,٧	٠,٨٦٠	٠,٩٢٧٣	$٢٨٦,٦٨ - ٣٤٤,٢٧٢ \text{ أس } ٤,٨٨٥ = ع$
سراة عبيدة	١٧,٩	٣٤٧,٨	٠,٨٧٣٥	٠,٩٣٤٦	$١٥٩,٥٤ ع \text{ أس } ٠,٠٤٢٧ = ع$
سر لعصان	١٧,٤	١٩٠,٢	٠,٨٠١٥	٠,٨٩٥٢	$٠,٩٤٥٢ \text{ أس } ٣,٣٠٩ = ع$
النماص	١٥,٧	١٨٣,٢	٠,٩٦٣٨	٠,٩٨١٧	$١,٦٦٤٦ \text{ أس } ١,٨٠٨٧ = ع$
المتوسط			٠,٥٦٤٦	٠,٧٥١٣	$٠,٩٨١١ \text{ أس } ١٢,٩٣٦ = ع$

الجدول من إعداد الباحثة.



الكميات مقارنة بكميات الأمطار الساقطة خلال فصلي الشتاء والربيع اللذين يتميزان بانخفاض ملحوظ لدرجات الحرارة، وعليه تتأثر معدلات الأمطار بارتفاع معدلات التبخر/النتح ويتضح ذلك من خلال حساب وتقدير الميزان المائي في المنطقة، حيث بلغ الفاقد المائي بالتبخر/النتح في السنة أكثر من نصف إجمالي معدلات الهطول ٥٥,٥% وقد يعزى ارتفاع نسبة ذلك الفاقد ليس لدرجة الحرارة بقدر ما هو لطبوغرافية المنطقة التي تتميز بشدة الانحدارات السطحية والجروف الجبلية التي تسهم في سرعة الجريان السطحي للمياه، بالإضافة إلى أن نوع التربة في المنطقة ودرجة نفاذيتها له دور مباشر في التبخر/النتح، حيث تنتمي تربة المنطقة إلى نوع التربة الجافة والتربة حديثة التكوين (غير المتطورة) وينتشر هذان النوعان بشكل متداخل في جميع أجزاء المنطقة، ويمثل النوع الثاني أكثر من نصف المساحة الكلية لمنطقة الدراسة بما يعادل ٥٤% من المساحة الإجمالية ويتميز بنفاذيته السريعة نسبياً (٥,١ - ١٥ سم/ساعة) وقلة قدرته على حفظ المياه وهذا ينعكس سلباً على انخفاض سعته الميسرة (٦ سم - ١٥ سم) (الفصل الخامس). أما بالنسبة لأثر طبيعة الهطول في التبخر/النتح فنجد أن منطقة جبال السروات تتميز بالشدّة والغزارة خلال فترة قصيرة نسبياً وخاصة الأمطار الصيفية التي تسبب السيول الفيضانية بالإضافة إلى أنها تتوافق مع الفصل الحار الذي يتميز بالارتفاع التدريجي لدرجات الحرارة مما يؤدي إلى الزيادة الفعلية لمعدلات التبخر/النتح وهذا بدوره يحد من استفادة النبات من تلك الأمطار، ولكن النبات يستفيد بصورة أفضل من كميات الأمطار الساقطة في فصلي الشتاء والربيع اللذين يتميزان بانخفاض ملموس لدرجات الحرارة يقابله ارتفاع لكميات الأمطار.

#### تقدير معدل التبخر/النتح الشهري بمحطات المنطقة الجبلية بعسير.

لقد تم تقدير المعدلات الشهرية للتبخر/النتح بتطبيق معادلة ثورنثوايت لسهولة تطبيقها في المنطقة الجبلية بعسير التي تقع ضمنها (٦) محطات مناخية تتوفر على قياسات حرارية تتناسب مع قياسات التبخر لفترة الدراسة وهي أبها، بيشة، تثليث، سراة عبيدة، سرلعصان، والنماص. ولتطبيق معادلة ثورنثوايت في تقدير المعدلات الشهرية للتبخر/النتح. يمكن اتباع الخطوات التالية :

#### أ- حساب المعامل الحراري الشهري " i "

ويعتمد في حساب هذا المعامل على متوسطات الحرارة الشهرية بتطبيق المعادلة الآتية :

$$i = \left( \frac{t}{5} \right)^{1.514}$$

وقد تم حساب المعامل للمحطات المناخية كما توضحه جداول (٢٥-٣٠). كما تم حساب المعامل الشهري لمجموع المنطقة الجبلية بعسير اعتماداً على المعدل الحراري الشهري للمحطات المناخية المذكورة سابقاً. ونظراً لاعتماد طريقة حساب المعامل الحراري على معدلات الحرارة الشهرية فإن قيم هذا المعامل غير متماثلة بين المحطات في ما بينها وغير متماثلة مع متوسط المنطقة الجبلية بعسير، كما أنها غير متماثلة من شهر لآخر.

ب- حساب ثابت المعادلة " a "

ويعتمد في حساب هذا الثابت على قيم المعامل الحراري الشهري " i " باستخدام المعادلة الآتية :

$$a = \left( \frac{1.6}{100} \right) I + 0.5$$

وقد تم حساب قيم الثابت " a " لكل محطة على حدة كما توضحه الجداول السابقة.

تقدير معدلات التبخر /النتج الشهري بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة Thorthwaite

وتقدر معدلات التبخر/النتج الشهري باستخدام معادلة ثورنثوايت كالآتي :

$$ETP (mm) = 1.6 \left( \frac{10 t}{I} \right)^a$$

بحيث يمثل :  $ETP (mm)$  = معدل التبخر /النتج الشهري (مم).

= معدل الحرارة الشهري (م).  $t$

= معامل الحرارة الشهري.  $I$

= ثابت المعادلة ويحسب بالاعتماد على قيم  $I$ .  $a$

وقد تم تقدير معدلات التبخر/النتج الحراري الشهري بمعادلة ثورنثوايت لكل محطة على حدة اعتماداً على معدلات الحرارة المقاسة في المحطات المناخية والمحسوبة في محطات الأمطار.

وبمقارنة نتائج هذه المعادلة في الجداول السابقة يتضح ما يلي :

١- أن هناك قصوراً واضحاً في تقدير قيم معدلات التبخر/النتج الشهري لكل محطة ولكل شهر بالمقارنة مع قيم معدلات التبخر الشهري المقاس. ويتراوح الفارق بين التبخر المقاس والتبخر/النتج المقدر بمعادلة ثورنثوايت بين :

أ - ٩٣% خلال شهر يناير و ٩٥% خلال شهر يوليو بمحطة أبها.

ب- ٩٤% خلال شهر يناير و ٩٦% خلال شهر يوليو بمحطة بيشة.

## جدول (٢٥)

معدل التبخر/الناتج الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة  
١٩٧٠م - ١٩٩٧م بمحطة أبها.

الشهر	معدل الحرارة	التبخر المقاس (مم)	i معامل الحرارة	a ثابت	Etp ثورنثوايت
يناير	١٣,١	١٥٤,٤	٤,٢٩٨٤١٣	٠,٥٦٨٧٧٥	١١,١٧٢٧٦
فبراير	١٤,٢	١٥٩,٥	٤,٨٥٦٥٠٦	٠,٥٧٧٧٠٤	١١,٢٤٦٤
مارس	١٦,٣	١٩٨,٢	٥,٩٨٤٢٧٤	٠,٥٩٥٧٤٨	١١,٤٥٨٤
أبريل	١٨	١٩٥,٤	٦,٩٥٤١١٧	٠,٦١١٢٦٦	١١,٦٩١١٥
مايو	٢٠,٧	٢٠٥,٨	٨,٥٩٢٨٧٥	٠,٦٣٧٤٨٦	١٢,١٦٢٣٨
يونيو	٢٣,١	٢٧٨,٣	١٠,١٤٥٣٧	٠,٦٦٢٣٢٦	١٢,٦٨٠١٤
يوليو	٢٢,٨	٢٧٣,٨	٩,٩٤٦٥٥٧	٠,٦٥٩١٤٥	١٢,٦١٠٤٣
أغسطس	٢٢,٢	٢٤٥,٣	٩,٥٥٢٩٥٧	٠,٦٥٢٨٤٧	١٢,٤٧٥٢٧
سبتمبر	٢١,٤	٢٧٤	٩,٠٣٦٦١٧	٠,٦٤٤٥٨٦	١٢,٣٠٣٩٣
أكتوبر	١٨,١	٢٣١,٦	٧,٠١٢٦٩٢	٠,٦١٢٢٠٣	١١,٧٠٦٤٣
نوفمبر	١٥,٤	١٩٧,١	٥,٤٩١١٨١	٠,٥٨٧٨٥٩	١١,٣٥٦٧٦
ديسمبر	١٣,٦	١٥١,٩	٤,٥٤٩٢٢٤	٠,٥٧٢٧٨٨	١١,٢٠٢٧٩

## جدول (٢٦)

معدل التبخر/الناتج الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة  
١٩٧٠م - ١٩٩٧م بمحطة بيشة.

الشهر	معدل الحرارة	التبخر المقاس (مم)	i معامل الحرارة	a ثابت	Etp ثورنثوايت
يناير	١٧,٨	١٨٠,٤	٦,٨٣٧٤٦٨	٠,٦٠٩٣٩٩	١١,٦٦١١١
فبراير	١٩,٥	١٩٦,٧	٧,٨٥٠٠٣٩	٠,٦٢٥٦٠١	١١,٩٣٨٠٩
مارس	٢٣	٢٧٠,٣	١٠,٠٧٨٩٥	٠,٦٦١٢٦٣	١٢,٦٥٦٧٥
أبريل	٢٥,٨	٣٠٥,٨	١١,٩٩٣٦٦	٠,٦٩١٨٩٩	١٣,٣٧١٨٤
مايو	٢٩	٣٤٧,٦	١٤,٣١٦٢٧	٠,٧٢٩٠٦	١٤,٣٤٤٥٥
يونيو	٣٠,٧	٣٨٦,٦	١٥,٦٠٥٨٣	٠,٧٤٩٦٩٣	١٤,٩٣١٧٩
يوليو	٣١,٢	٤١٤,٥	١٥,٩٩٢٢٥	٠,٧٥٥٨٧٦	١٥,١١٤٢
أغسطس	٣١,٣	٣٩٢,٢	١٦,٠٦٩٩١	٠,٧٥٧١١٩	١٥,١٥١٢٣
سبتمبر	٢٨,١	٣٥٣,٨	١٣,٦٤٩	٠,٧١٨٣٨٤	١٤,٠٥٣٧٨
أكتوبر	٢٣,٦	٣٠٩,٣	١٠,٤٧٩٦٨	٠,٦٦٧٦٧٥	١٢,٧٩٩٥
نوفمبر	٢٠,٤	٢١٨,٢	٨,٤٠٥٠٣٤	٠,٦٣٤٤٨١	١٢,١٠٤١٢
ديسمبر	١٨,٢	١٧٧,٦	٧,٠٧١٤٣٤	٠,٦١٣١٤٣	١١,٧٢١٨٨

## جدول (٢٧)

معدل التبخر/الناتج الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة  
١٩٧٠م - ١٩٩٧م بمحطة تثليث.

الشهر	معدل الحرارة	التبخر المقاس (مم)	i معامل الحرارة	a ثابت	Etp ثورنثوايت
يناير	١٧,٨	١٦٣,٨	٦,٨٣٧٤٦٨	٠,٦٠٩٣٩٩	١١,٦٦١١١
فبراير	١٩,٩	١٨٧,١	٨,٠٩٥١١٤	٠,٦٢٩٥٢٢	١٢,٠١٠٢٥
مارس	٢٣,٦	٢٣٢,٥	١٠,٤٧٩٦٨	٠,٦٦٧٦٧٥	١٢,٧٩٩٥
أبريل	٢٦,٢	٢٤٥,٨	١٢,٢٧٦٣	٠,٦٩٦٤٢١	١٣,٤٨٤٢٣
مايو	٢٩,٣	٣٢٤,٨	١٤,٥٤١٠٩	٠,٧٣٢٦٥٧	١٤,٤٤٤٥٤
يونيو	٣٠,٩	٣٢٩,٦	١٥,٧٦٠٠١	٠,٧٥٢١٦	١٥,٠٠٤٢١
يوليو	٣١,٨	٢٨٦,٦	١٦,٤٦٠١٦	٠,٧٦٣٢٦٣	١٥,٣٣٩٠٧
أغسطس	٣١,٧	٣١١,٤	١٦,٣٨١٨٦	٠,٧٦٢١١	١٥,٣٠١١٣
سبتمبر	٢٨,٦	٢٧٥,٢	١٤,٠١٨٣٧	٠,٧٢٤٢٩٤	١٤,٢١٣٦٣
أكتوبر	٢٣,٩	٢٨٦,٧	١٠,٦٨٢٠٣	٠,٦٧٠٩١٢	١٢,٨٧٣٠١
نوفمبر	١٩,٧	٢٢٥,٦	٧,٩٧٢٢٥٧	٠,٦٢٧٥٥٦	١١,٩٧٣٨٤
ديسمبر	١٧,٧	١٦٢,٨	٩,٧٧٩٣٩٥	٠,٦٠٨٤٧	١١,٦٤٦٣٥

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

## جدول (٢٨)

معدل التبخر/النتج الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة  
١٩٧٠م - ١٩٩٧م بمحطة سراة عبيدة.

الشهر	معدل الحرارة	التبخر المقاس (مم)	I معامل الحرارة	a ثابت	Etp ثورنثوايت
يناير	١٣	٢٩١,١	٤,٢٤٨٨٣٣	٠,٥٦٧٩٨١	١١,١٦٧٤٧
فبراير	١٣,٤	٢٧٠,٨	٤,٤٤٨٣٢١	٠,٥٧١١٧٣	١١,١٩٠٠٧
مارس	١٦	٣٠٢,١	٥,٨١٨٣١٣	٠,٥٩٣٠٩٣	١١,٤٢٢٧٩
أبريل	١٧,٨	٣٠٧,٩	٦,٨٣٧٤٦٨	٠,٦٠٩٣٩٩	١١,٦٦١١١
مايو	٢٠,٦	٣٧٦,٤	٨,٥٣٠١٠٥	٠,٦٣٦٤٨٢	١٢,١٤٢٨
يونيو	٢٢,٢	٤٠١,٣	٩,٥٥٢٩٥٧	٠,٦٥٢٨٤٧	١٢,٤٧٥٢٧
يوليو	٢٢,٦	٤١٩,٨	٩,٨١٤٧٥٨	٠,٦٥٧٠٣٦	١٢,٥٦٤٧٤
أغسطس	٢٢,٦	٤٠٦,٨	٩,٨١٤٧٥٨	٠,٦٥٧٠٣٦	١٢,٥٦٤٧٤
سبتمبر	٢٠,٩	٤٢٣,١	٨,٧١٨٨٨٤	٠,٦٣٩٥٠٢	١٢,٢٠٢٠٢
أكتوبر	١٨	٣٩١,٤	٦,٩٥٤١١٧	٠,٦١١٢٦٦	١١,٦٩١١٥
نوفمبر	١٤,٩	٣٠١,٧	٥,٢٢٣٥٢٢	٠,٥٨٣٥٧٦	١١,٣٠٧١٦
ديسمبر	١٣,١	٢٨٠,٨	٤,٢٩٨٤١٣	٠,٥٦٨٧٧٥	١١,١٧٢٧٦

## جدول (٢٩)

معدل التبخر/النتج الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة  
١٩٧٠م - ١٩٩٧م بمحطة سرلعسان.

الشهر	معدل الحرارة	التبخر المقاس (مم)	I معامل الحرارة	a ثابت	Etp ثورنثوايت
يناير	١٢,٩	١٤٥,٥	٤,١٩٩٤٤٨	٠,٥٦٧١٩١	١١,١٦٢٤٣
فبراير	١٣,٩	١٥٢,٩	٤,٧٠٢٠١٣	٠,٥٧٥٢٣٢	١١,٢٢٣٥٩
مارس	١٦	١٨٦,٩	٥,٨١٨٣١٣	٠,٥٩٣٠٩٣	١١,٤٢٢٧٩
أبريل	١٧,٣	١٧٤,١	٦,٥٤٨٧٩٢	٠,٦٠٤٧٨١	١١,٥٨٩٠٧
مايو	١٩,٤	٢١٠,٦	٧,٧٨٩١٧١	٠,٦٢٤٦٢٧	١١,٩٢٠٤٦
يونيو	٢١,٦	٣٠٣,٣	٩,١٦٤٧٨٧	٠,٦٤٦٦٣٧	١٢,٣٤٥٨١
يوليو	٢٢,٢	٢٤٥,٤	٩,٥٥٢٩٥٧	٠,٦٥٢٨٤٧	١٢,٤٧٥٢٧
أغسطس	٢٢,١	٢١٤,١	٩,٤٨٧٨٨٣	٠,٦٥١٨٠٦	١٢,٤٥٣٣
سبتمبر	٢٠	٢٢٤	٨,١٥٦٧٨١	٠,٦٣٠٥٠٩	١٢,٠٢٨٧
أكتوبر	١٦,٥	٢١٠,٥	٦,٠٩٥٧٩٢	٠,٥٩٧٥٣٣	١١,٤٨٣٠٧
نوفمبر	١٣,٤	١٦٤,٥	٤,٤٤٨٣٢١	٠,٥٧١١٧٣	١١,١٩٠٠٧
ديسمبر	١٣,١	١٥٠,٤	٤,٢٩٨٤١٣	٠,٥٦٨٧٧٥	١١,١٧٢٧٦

## جدول (٣٠)

معدل التبخر/النتج الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة  
١٩٧٠م - ١٩٩٧م بمحطة النماص.

الشهر	معدل الحرارة	التبخر المقاس (مم)	I معامل الحرارة	a ثابت	Etp ثورنثوايت
يناير	٩,٩	٧٩,٥	٢,٨١٢٨٧٩	٠,٥٤٥٠٠٦	١١,١٤٢
فبراير	١٠,٨	٨٦,٩	٣,٢٠٨٩٥	٠,٥٥١٣٤٣	١١,١١٨٧١
مارس	١٣	١٣٠,١	٤,٢٤٨٨٣٣	٠,٥٦٧٩٨١	١١,١٦٧٤٧
أبريل	١٥	١٦٥,٤	٥,٢٧٦٦٩	٠,٥٨٤٤٢٧	١١,٣١٦٦٨
مايو	١٧,٩	٢١٨,٥	٦,٨٩٥٧٠٩	٠,٦١٠٣٣١	١١,٦٧٦٠٥
يونيو	٢٠,٥	٢٧٥,٩	٨,٤٦٧٤٩١	٠,٦٣٥٤٨	١٢,١٢٣٣٨
يوليو	٢٠,٧	٢٨٠,٨	٨,٥٩٢٨٧٥	٠,٦٣٧٤٨٦	١٢,١٦٢٣٨
أغسطس	٢٠,٧	٢٤١,٣	٨,٥٩٢٨٧٥	٠,٦٣٧٤٨٦	١٢,١٦٢٣٨
سبتمبر	٢٠,٢	٢٦٥,٢	٨,٢٨٠٥٩٢	٠,٦٣٢٤٨٩	١٢,٠٦٦٠٨
أكتوبر	١٦,٣	٢٣٣,٢	٥,٩٨٤٢٧٤	٠,٥٩٥٧٤٨	١١,٤٥٨٤
نوفمبر	١٢,٤	١٣٣,٩	٣,٩٥٥٤٨٦	٠,٥٦٢٣٨٨	١١,١٤٠٩٨
ديسمبر	١٠,٦	٨٧,٩	٣,١١٩٤١	٠,٥٤٩٩١١	١١,١٢١٤٥

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

- ج- ٩٣% خلال شهر يناير و ٩٥% خلال شهر يوليو بمحطة تنليث.
- د- ٩٦% خلال شهر يناير و ٩٧% خلال شهر يوليو بمحطة سراة عبيدة.
- هـ- ٩٢% خلال شهر يناير و ٩٥% خلال شهر يوليو بمحطة سرلعصان.
- و- ٨٦% خلال شهر يناير و ٩٦% خلال شهر يوليو بمحطة النماص.
- ٢- تفوق معدلات التبخر الشهري بجميع المحطات المناخية معدلات التبخر الشهري للمنطقة الجبلية بعسير المحسوبة اعتماداً على معدلات الحرارة الشهرية بالمحطات المناخية.

ونظراً لتوفر قياسات التبخر بالمحطات المناخية المذكورة يمكننا تعديل معادلة ثورنثوايت باستخدام هذه القياسات في كل محطة على مستوى المنطقة الجبلية بعسير.

تعديل معادلة ثورنثوايت **Thornthwaite** بقياسات التبخر في المحطات المناخية :

لقد استخدمنا قيم التبخر الشهري المقاس بالمحطات في تعديل معادلة ثورنثوايت حيث حدد ثورنثوايت سلسلة من ثلاث معادلات لتقدير التبخر كدالة في درجة الحرارة. وقد حدد من خلال هذه المعادلات عدداً من المؤشرات/المعاملات الثابتة التي تحدد طبيعة العلاقة بين التبخر ودرجة الحرارة على النحو التالي :

$$i = \left( \frac{t}{5} \right)^{1.514} \quad (١)$$

ويبدو أن قيم  $i$  المحسوبة حسب التغير في  $t$  تمثل قيم معدلة للمتغير  $t$  حسب الثوابت المعطاه في المعادلة التالية :

$$a = \left( \frac{1.6}{100} \cdot I + 0.5 \right) \quad (٢)$$

في مقابل القيم المحسوبة للمتغير  $i$  أو القيم المعدلة  $t$  فإن ثورنثوايت يقدر قيمة المتغير  $a$  حسب المؤشر الثابت الوارد في العلاقة رقم (٢). وعليه فإن معادلة التبخر/النتج يكون كالتالي :

$$ETP (mm) = 1.6 \left( \frac{10 t}{I} \right)^a \quad (٣)$$

حيث إن :

$$1.6 = \text{قيمة ثابتة.}$$

$$I = \text{متغير يعبر عن درجة الحرارة، يتم حسابه كما في المعادلة (١).}$$

$$10 = \text{قيمة ثابتة.}$$

$$a = \text{متغير يتم حسابه كما في المعادلة (٢).}$$

بالإضافة إلى المتغيرين  $i$  و  $a$  اللذين يتم تقديرهما حسب المعادلتين (١) و (٢) يعتمد ثورنثوايت على المعادلة (٣) لتقدير التبخر ETP كدالة في درجة الحرارة  $t$ .

وبتطبيق معادلة ثورنثوايت على بيانات المنطقة الجبلية بعسير خصوصاً المحطات التي تتوفر لديها سلاسل زمنية متكاملة للحرارة والتبخر معاً (عدها ٦ محطات)، اتضح أن هناك فروقات كبيرة بين التبخر المقدر والتبخر الفعلي مما يعني أن المؤشرات/الثوابت التي حددها ثورنثوايت قد لا تناسب كل البيانات أو الظروف السائدة بالمنطقة.

ولما كان الغرض من معادلة ثورنثوايت هو تقدير التبخر/النتج ليس فقط في المحطات التي تتوفر فيها بيانات المتغير، ولكن أيضاً بالنسبة لكل المحطات الأخرى في المنطقة، فقد رأينا تعديل بعض المؤشرات/المعاملات الواردة في المعادلات الثلاث المشار إليها أعلاه بصورة تجعلها أكثر قرباً مع ظروف المنطقة ولكن دون المساس بالشكل العام للمعادلات.

أ- نموذج معدل لمؤشرات/معاملات ثورنثوايت.

يتكون أي نموذج من عدد من المتغيرات الداخلية/المستقلة والمتغيرات الخارجية/التابعة التي تحدد العلاقة بينهما من خلال عدد من المؤشرات/المعاملات الثابتة، ولتوضيح كيفية تعديل المؤشرات سيتم إعادة صياغة المعادلات (١) - (٢) باستخدام الرموز للفصل بين المتغيرات (VAR) والمؤشرات/الثوابت (CON)، على النحو التالي :

$$VAR(1) = \left[ \frac{1}{CON(1)} * VAR(2) \right]^{CON(2)} \quad (٤)$$

حيث إن :

$$VAR(1) = \text{متغير خارجي يعبر عن } i \text{ في المعادلة (١).}$$

$$VAR(2) = \text{متغير داخلي معطى يعبر عن درجة الحرارة } t \text{ في المعادلة (١).}$$

$$CON(1) = \text{مؤشر ثابت قيمته (٥) كما في المعادلة (١).}$$

$$CON(2) = \text{مؤشر ثابت قيمته (١,٥١٤) كما في المعادلة (١).}$$

$$VAR(3) = \left[ \frac{1}{100} * CON(3) * VAR(1) \right] + CON(4) \quad (٥)$$

حيث إن :

$$VAR(3) = \text{متغير خارجي يعبر عن قيمة } a \text{ كما في المعادلة (٢).}$$

$$VAR(1) = \text{متغير خارجي عرف من قبل.}$$

$$CON(3) = \text{مؤشر ثابت قيمته (١,٦) كما في المعادلة (٢).}$$

$$CON(4) = \text{مؤشر ثابت قيمته (٠,٥) كما في المعادلة (٢).}$$

أما المعادلة (٣) والتي تعبر عن علاقة ثورنثوايت الرئيسية فيمكن إعادة صياغتها على النحو التالي :

$$VAR(4) = \left[ CON(3) * \frac{1}{CON(5)} * \frac{VAR(2)}{VAR(1)} \right]^{VAR(3)} \quad (٦)$$

حيث إن :

$$VAR(1), VAR(2), VAR(3) \text{ هي متغيرات عرفت من قبل.}$$

$$VAR(4) = \text{متغير خارجي يمثل قيمة التبخر/النتج ETP، كما في المعادلة (٣).}$$

$$CON(3) = \text{مؤشر ثابت قيمته (١,٦) عرف في المعادلة (٣). حسب علاقة ثورنثوايت الأصلية.}$$

$$CON(5) = \text{مؤشر ثابت قيمته (١٠) كما في المعادلة (٣).}$$

وكما هو ملاحظ من المعادلة (٦) فإنها تشتمل على كل المتغيرات اللازمة لتقدير التبخر/النتج، بالإضافة إلى مؤشرين من الواضح أن  $CON(3)$  هي أكثرهما أهمية وذلك لأنها تدخل أيضاً في حساب المتغير  $VAR(3)$ . وعليه فإن تعديل مؤشرات ثورنثوايت ينطوي على إيجاد قيم جديدة للمؤشر  $CON(3)$  تعطي تقديرات للتبخر/النتج تكون متطابقة أو قريبة مع البيانات الفعلية في المحطات التي تتوفر فيها البيانات حول التبخر.

ومع ملاحظة التكرار للمتغير  $VAR(3)$  وكذلك المؤشر  $CON(3)$  في المعادلتين (٥) و(٦) على التوالي، فإنه يمكن استخدامهما كمعادلتين أنيتين للحصول على قيم  $VAR(3)$  و  $CON(3)$  التي تكفل التطابق المشار إليه. وذلك باتباع الخطوات التالية :

١- حل المعادلتين آنياً بإدخال القيم الفعلية للتبخر في المحطات التي تتوفر فيها (وعدها ست محطات) كمتغيرات داخلية/معطاة مع تحويل CON(3) إلى متغير خارجي بدلاً من كونه مؤشراً ثابتاً معطى من قبل.

٢- إن حل المعادلتين على أساس الخطوة المشار إليها أعلاه، تكفل أن يتضمن الحل قيماً لكل من CON(3) و VAR(3) وتضمن تحقيق تقارب التطابق بين التبخر/النتج المقدر حسب النموذج، والتبخر الفعلي في المحطات التي تتوفر فيها البيانات. وتكمن أهمية حل المعادلتين آنياً في إبراز التأثير المزدوج للمؤشر CON(3) ليس من خلال تأثيره المباشر على التبخر/النتج، كما في المعادلة (٦). ولكن أيضاً من خلال تأثيره غير المباشر على VAR(3)، كما في المعادلة (٥).

وهكذا يمكن التحقق من أن مؤشرات ثورنثوايت المعدلة يمكن تطبيقها على بقية المناطق التي لا تتوفر فيها بيانات عن التبخر/النتج، وحيث إن الخطوات المشار إليها أعلاه تعطي قيماً مختلفة لكل من CON(3) و VAR(3) بالنسبة للمحطات التي تتوفر فيها بيانات عن التبخر/النتج وذلك حسب تفاوت درجات الحرارة بينها. وحيث إن VAR(3) تعتمد أصلاً على القيم المقدرة /المعطاة لـ CON(3) كما في المعادلة (٥) فإنه يمكن استخدام متوسط هذه القيم كمؤشر لتقدير التبخر/النتج في المحطات الأخرى. أي أن :

$$\overline{CON}(3) = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 CON(3)_i \quad (٧)$$

وحيث يمكن تعويض قيم CON(3) بقيم  $\overline{CON}(3)$  في المعادلتين (٥) و (٦)، ومن ثم استخدام سلسلة المعادلات كاملة لتقدير التبخر/النتج في المحطات التي لا تتوفر فيها هذه البيانات، وذلك في ضوء التغيير الحاصل في درجات الحرارة في كل منها<sup>(١)</sup> جداول (٣١-٣٢-٣٣-٣٤-٣٥-٣٦) توضح معادلات حساب معدلات التبخر/النتج الشهري في المحطات المناخية.

وبناءً على ما سبق فقد تم حساب التبخر/النتج في محطات قياس الأمطار بالمنطقة الجبلية بعسير بواسطة معادلة ثورنثوايت المعدلة وكانت قيم قياسات التبخر/نتج قريبة من قياسات التبخر/المقاس في المحطات المناخية جدول (٣٧). وكذلك من نتائج دراسة الجراش التي استخدم فيها نموذجاً رياضياً لتقدير معدلات التبخر الشهرية في المملكة ملحق (د).

(١) نظراً لصعوبة حل المعادلات الآتية باستخدام الآلة الحاسبة، فقد تم استخدام برنامج إحصائي مناسب لهذا الغرض.



جدول (٣١)

معادلات حساب معدلات التبخر/التنحيد الشهري (مم) المعدلة بمحطة أبيها .

الشهر	ت المعدلة (مم) =	التبخر $CON(3) * \frac{1}{10} * \frac{t}{VAR(1)}$ $VAR(3)$	قيمة المتغير (1) $VAR(1) = \left(\frac{t}{5}\right) * CON(2)$ $1.514$	قيمة المتغير (a) $VAR(3)$ $0.5 + \left(\frac{1}{100} * CON(3) * I\right) = a$
يناير	ت = [10 (8.02)] متوسط حرارة يناير (1) / (t) معامل حرارة يناير <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة يناير / 5) = 1	$0.84 - a$
فبراير	ت = [10 (7.79)] متوسط حرارة فبراير (1) / (t) معامل حرارة فبراير <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة فبراير / 5) = 1	$0.87 - a$
مارس	ت = [10 (7.65)] متوسط حرارة مارس (1) / (t) معامل حرارة مارس <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة مارس / 5) = 1	$0.96 - a$
أبريل	ت = [10 (7.21)] متوسط حرارة أبريل (1) / (t) معامل حرارة أبريل <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة أبريل / 5) = 1	$1.00 - a$
مايو	ت = [10 (6.91)] متوسط حرارة مايو (1) / (t) معامل حرارة مايو <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة مايو / 5) = 1	$1.09 - a$
يونيو	ت = [10 (6.65)] متوسط حرارة يونيو (1) / (t) معامل حرارة يونيو <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة يونيو / 5) = 1	$1.18 - a$
يوليو	ت = [10 (6.65)] متوسط حرارة يوليو (1) / (t) معامل حرارة يوليو <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة يوليو / 5) = 1	$1.17 - a$
أغسطس	ت = [10 (6.52)] متوسط حرارة أغسطس (1) / (t) معامل حرارة أغسطس <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة أغسطس / 5) = 1	$1.14 - a$
سبتمبر	ت = [10 (6.99)] متوسط حرارة سبتمبر (1) / (t) معامل حرارة سبتمبر <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة سبتمبر / 5) = 1	$1.15 - a$
أكتوبر	ت = [10 (7.85)] متوسط حرارة أكتوبر (1) / (t) معامل حرارة أكتوبر <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة أكتوبر / 5) = 1	$1.05 - a$
نوفمبر	ت = [10 (8.12)] متوسط حرارة نوفمبر (1) / (t) معامل حرارة نوفمبر <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة نوفمبر / 5) = 1	$0.95 - a$
ديسمبر	ت = [10 (7.96)] متوسط حرارة ديسمبر (1) / (t) معامل حرارة ديسمبر <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة ديسمبر / 5) = 1	$0.86 - a$

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

جدول (٣٢)

معادلات حساب معدلات التبخر/النتج الشهري (مم) المعدلة بمحطة بيثمة.

الشهر	ت المعدلة (مم) =	التاب <sup>ت</sup> $CON(3) * \frac{1}{10} * \frac{VAR(2)}{VAR(1)}$	قيمة المتغير (I) $VAR(1) = \left(\frac{t}{5}\right) * CON(2)$	قيمة المتغير (a) $VAR(3) = a + \left(\frac{1}{100} * CON(3) * I\right)$
يناير	ت = [10 (8.02)] متوسط حرارة يناير (I) / (t) معامل حرارة يناير <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة يناير) = 1	$1.04 - a$
فبراير	ت = [10 (7.79)] متوسط حرارة فبراير (I) / (t) معامل حرارة فبراير <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة فبراير) = 1	$1.12 - a$
مارس	ت = [10 (7.65)] متوسط حرارة مارس (I) / (t) معامل حرارة مارس <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة مارس) = 1	$1.29 - a$
أبريل	ت = [10 (7.21)] متوسط حرارة أبريل (I) / (t) معامل حرارة أبريل <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة أبريل) = 1	$1.37 - a$
مايو	ت = [10 (6.91)] متوسط حرارة مايو (I) / (t) معامل حرارة مايو <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة مايو) = 1	$1.51 - a$
يونيو	ت = [10 (6.65)] متوسط حرارة يونيو (I) / (t) معامل حرارة يونيو <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة يونيو) = 1	$1.56 - a$
يوليو	ت = [10 (6.65)] متوسط حرارة يوليو (I) / (t) معامل حرارة يوليو <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة يوليو) = 1	$1.59 - a$
أغسطس	ت = [10 (6.52)] متوسط حرارة أغسطس (I) / (t) معامل حرارة أغسطس <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة أغسطس) = 1	$1.57 - a$
سبتمبر	ت = [10 (6.99)] متوسط حرارة سبتمبر (I) / (t) معامل حرارة سبتمبر <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة سبتمبر) = 1	$1.47 - a$
أكتوبر	ت = [10 (7.85)] متوسط حرارة أكتوبر (I) / (t) معامل حرارة أكتوبر <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة أكتوبر) = 1	$1.33 - a$
نوفمبر	ت = [10 (8.12)] متوسط حرارة نوفمبر (I) / (t) معامل حرارة نوفمبر <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة نوفمبر) = 1	$1.19 - a$
ديسمبر	ت = [10 (7.96)] متوسط حرارة ديسمبر (I) / (t) معامل حرارة ديسمبر <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة ديسمبر) = 1	$1.08 - a$

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

جدول (٣٣)

معادلات حساب معدلات التبخر /التنح الشهري (مم) المعدلة بمحطة تثليث .

الشهر	ت المعدلة (مم) =	الثابت $\frac{1}{10} * CON(3)$ $\left[ \frac{1}{VAR(1)} \frac{VAR(2)}{10} \right]$	قيمة المتغير (1) $VAR(1) = \left( \frac{1}{5} \right) CON(2) = 1.514$	قيمة المتغير (a) $VAR(3) = a + \left( \frac{1}{100} * CON(3) \right) = 0.5$
يناير	ت = [10 (8.02)] متوسط حرارة يناير (t) / (1) معامل حرارة يناير <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة يناير / 5) = 1	$1.04 = a$
فبراير	ت = [10 (7.79)] متوسط حرارة فبراير (t) / (1) معامل حرارة فبراير <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة فبراير / 5) = 1	$1.15 = a$
مارس	ت = [10 (7.65)] متوسط حرارة مارس (t) / (1) معامل حرارة مارس <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة مارس / 5) = 1	$1.34 = a$
أبريل	ت = [10 (7.21)] متوسط حرارة أبريل (t) / (1) معامل حرارة أبريل <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة أبريل / 5) = 1	$1.41 = a$
مايو	ت = [10 (6.91)] متوسط حرارة مايو (t) / (1) معامل حرارة مايو <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة مايو / 5) = 1	$1.53 = a$
يونيو	ت = [10 (6.65)] متوسط حرارة يونيو (t) / (1) معامل حرارة يونيو <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة يونيو / 5) = 1	$1.58 = a$
يوليو	ت = [10 (6.52)] متوسط حرارة يوليو (t) / (1) معامل حرارة يوليو <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة يوليو / 5) = 1	$1.65 = a$
أغسطس	ت = [10 (6.99)] متوسط حرارة أغسطس (t) / (1) معامل حرارة أغسطس <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة أغسطس / 5) = 1	$1.61 = a$
سبتمبر	ت = [10 (7.85)] متوسط حرارة أكتوبر (t) / (1) معامل حرارة أكتوبر <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة أكتوبر / 5) = 1	$1.51 = a$
أكتوبر	ت = [10 (8.12)] متوسط حرارة نوفمبر (t) / (1) معامل حرارة نوفمبر <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة نوفمبر / 5) = 1	$1.35 = a$
نوفمبر	ت = [10 (7.96)] متوسط حرارة ديسمبر (t) / (1) معامل حرارة ديسمبر <sup>(a)</sup>		$1.514$ (حرارة ديسمبر / 5) = 1	$1.19 = a$
ديسمبر				$1.06 = a$

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

جدول (٣٤)

معادلات حساب معدلات التبخر / النتج الشهري (مم) المعادلة بمحطة سرة جديدة .

الشهر	ت المعادلة (مم) =	الثابت $\frac{1}{10} * CON(3)$	VAR(2) $\left[ \frac{1}{10} * VAR(2) \right]$	VAR(3) $\left[ \frac{1}{100} * CON(3) * I \right] = a$	قيمة المتغير (a) VAR(3)	قيمة المتغير (1) VAR(1) $\left( \frac{I}{5} \right) = VAR(1)$
يناير	ت = [10 (8.02)]	متوسط حرارة يناير (t) / (1) معامل حرارة يناير (a)			0.85 = a	1.514 (حرارة يناير / 5) = 1
فبراير	ت = [10 (7.79)]	متوسط حرارة فبراير (t) / (1) معامل حرارة فبراير (a)			0.85 = a	1.514 (حرارة فبراير / 5) = 1
مارس	ت = [10 (7.65)]	متوسط حرارة مارس (t) / (1) معامل حرارة مارس (a)			0.94 = a	1.514 (حرارة مارس / 5) = 1
أبريل	ت = [10 (7.21)]	متوسط حرارة أبريل (t) / (1) معامل حرارة أبريل (a)			0.99 = a	1.514 (حرارة أبريل / 5) = 1
مايو	ت = [10 (6.91)]	متوسط حرارة مايو (t) / (1) معامل حرارة مايو (a)			1.09 = a	1.514 (حرارة مايو / 5) = 1
يونيو	ت = [10 (6.65)]	متوسط حرارة يونيو (t) / (1) معامل حرارة يونيو (a)			1.14 = a	1.514 (حرارة يونيو / 5) = 1
يوليو	ت = [10 (6.52)]	متوسط حرارة يوليو (t) / (1) معامل حرارة يوليو (a)			1.15 = a	1.514 (حرارة يوليو / 5) = 1
أغسطس	ت = [10 (6.99)]	متوسط حرارة أغسطس (t) / (1) معامل حرارة أغسطس (a)			1.14 = a	1.514 (حرارة أغسطس / 5) = 1
سبتمبر	ت = [10 (7.85)]	متوسط حرارة سبتمبر (t) / (1) معامل حرارة سبتمبر (a)			1.11 = a	1.514 (حرارة سبتمبر / 5) = 1
أكتوبر	ت = [10 (8.12)]	متوسط حرارة أكتوبر (t) / (1) معامل حرارة أكتوبر (a)			0.92 = a	1.514 (حرارة أكتوبر / 5) = 1
نوفمبر	ت = [10 (7.96)]	متوسط حرارة نوفمبر (t) / (1) معامل حرارة نوفمبر (a)			0.84 = a	1.514 (حرارة ديسمبر / 5) = 1

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

جدول (٣٥)

معادلات حساب معدلات التبخر/النسج الشهري (مم) المعدلة بمحطة سر لعصان.

الشهر	ت المعدلة (مم) =	الثابت $\frac{VAR(2)}{VAR(1)} * \frac{1}{10} * CON(3)$	قيمة المتغير (1) $VAR(1) = \left(\frac{1}{5}\right) * CON(2)$	قيمة المتغير (a) $VAR(3) = a + \left(\frac{1}{100} * CON(3) * I\right)$
يناير	ت = [10 (8.02)] متوسط حرارة يناير (1) / (t) معامل حرارة يناير <sup>(a)</sup>		$1.514 (5) = 1$ حرارة يناير	$0.84 = a$
فبراير	ت = [10 (7.79)] متوسط حرارة فبراير (1) / (t) معامل حرارة فبراير <sup>(a)</sup>		$1.514 (5) = 1$ حرارة فبراير	$0.86 = a$
مارس	ت = [10 (7.65)] متوسط حرارة مارس (1) / (t) معامل حرارة مارس <sup>(a)</sup>		$1.514 (5) = 1$ حرارة مارس	$0.95 = a$
أبريل	ت = [10 (7.21)] متوسط حرارة أبريل (1) / (t) معامل حرارة أبريل <sup>(a)</sup>		$1.514 (5) = 1$ حرارة أبريل	$0.97 = a$
مايو	ت = [10 (6.91)] متوسط حرارة مايو (1) / (t) معامل حرارة مايو <sup>(a)</sup>		$1.514 (5) = 1$ حرارة مايو	$1.04 = a$
يونيو	ت = [10 (6.65)] متوسط حرارة يونيو (1) / (t) معامل حرارة يونيو <sup>(a)</sup>		$1.514 (5) = 1$ حرارة يونيو	$1.11 = a$
يوليو	ت = [10 (6.65)] متوسط حرارة يوليو (1) / (t) معامل حرارة يوليو <sup>(a)</sup>		$1.514 (5) = 1$ حرارة يوليو	$1.13 = a$
أغسطس	ت = [10 (6.52)] متوسط حرارة أغسطس (1) / (t) معامل حرارة أغسطس <sup>(a)</sup>		$1.514 (5) = 1$ حرارة أغسطس	$1.12 = a$
سبتمبر	ت = [10 (6.99)] متوسط حرارة سبتمبر (1) / (t) معامل حرارة سبتمبر <sup>(a)</sup>		$1.514 (5) = 1$ حرارة سبتمبر	$1.07 = a$
أكتوبر	ت = [10 (7.85)] متوسط حرارة أكتوبر (1) / (t) معامل حرارة أكتوبر <sup>(a)</sup>		$1.514 (5) = 1$ حرارة أكتوبر	$0.98 = a$
نوفمبر	ت = [10 (8.12)] متوسط حرارة نوفمبر (1) / (t) معامل حرارة نوفمبر <sup>(a)</sup>		$1.514 (5) = 1$ حرارة نوفمبر	$0.87 = a$
ديسمبر	ت = [10 (7.96)] متوسط حرارة ديسمبر (1) / (t) معامل حرارة ديسمبر <sup>(a)</sup>		$1.514 (5) = 1$ حرارة ديسمبر	$0.84 = a$

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

جدول (٣٦)

معادلات حساب معدلات التبخر/النتح الشهري (مم) المعدلة بمحطة النماص .

الشهر	ت المعدلة (مم) =	الثابت $\frac{1}{10} * CON(3)$	VAR(3) $\left[ \frac{1}{10} * \frac{VAR(2)}{VAR(1)} \right]$	قيمة المتغير (1) $VAR(1) = \left( \frac{t}{5} \right) * CON(2)$	قيمة المتغير (2) $VAR(2) = \left( \frac{1}{100} * CON(3) * I \right) = a$
يناير	ت = [10 (8.02)]	(a) معامل حرارة يناير (1) / (t) متوسط حرارة يناير	1,514 (5 / يناير) = 1	0.73 = a	
فبراير	ت = [10 (7.79)]	(a) معامل حرارة فبراير (1) / (t) متوسط حرارة فبراير	1,514 (5 / فبراير) = 1	0.73 = a	
مارس	ت = [10 (7.65)]	(a) معامل حرارة مارس (1) / (t) متوسط حرارة مارس	1,514 (5 / مارس) = 1	0.82 = a	
أبريل	ت = [10 (7.21)]	(a) معامل حرارة أبريل (1) / (t) متوسط حرارة أبريل	1,514 (5 / أبريل) = 1	0.88 = a	
مايو	ت = [10 (6.91)]	(a) معامل حرارة مايو (1) / (t) متوسط حرارة مايو	1,514 (5 / مايو) = 1	0.97 = a	
يونيو	ت = [10 (6.65)]	(a) معامل حرارة يونيو (1) / (t) متوسط حرارة يونيو	1,514 (5 / يونيو) = 1	1.07 = a	
يوليو	ت = [10 (6.65)]	(a) معامل حرارة يوليو (1) / (t) متوسط حرارة يوليو	1,514 (5 / يوليو) = 1	1.07 = a	
أغسطس	ت = [10 (6.52)]	(a) معامل حرارة أغسطس (1) / (t) متوسط حرارة أغسطس	1,514 (5 / أغسطس) = 1	1.06 = a	
سبتمبر	ت = [10 (6.99)]	(a) معامل حرارة سبتمبر (1) / (t) متوسط حرارة سبتمبر	1,514 (5 / سبتمبر) = 1	1.07 = a	
أكتوبر	ت = [10 (7.85)]	(a) معامل حرارة أكتوبر (1) / (t) متوسط حرارة أكتوبر	1,514 (5 / أكتوبر) = 1	0.97 = a	
نوفمبر	ت = [10 (8.12)]	(a) معامل حرارة نوفمبر (1) / (t) متوسط حرارة نوفمبر	1,514 (5 / نوفمبر) = 1	0.82 = a	
ديسمبر	ت = [10 (7.96)]	(a) معامل حرارة ديسمبر (1) / (t) متوسط حرارة ديسمبر	1,514 (5 / ديسمبر) = 1	0.75 = a	

الجدول من إعداد الباحة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

معدلات التبخر/النتح الشهرية المحسوبة بمعادلة ثورنثوايت المعدلة في محطات المنطقة الجبلية بعسير.

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أبها	١٤٤,٦	١٤٩,٢	١٨٠,٥	١٨٨,٣	٢٢٤,٩	٢٦٣,٧	٢٥٩,٧	٢٣١,٠	٢٦٤,٥	٢٤٢,١	١٩٠,٧	١٤٩,٢
أبو جنية	١٥٤,٥	١٧٧,١	٢٣٤,٥	٢٥٢,٩	٣٠٠,٨	٣٦٨,٨	٣٨٢,٣	٣٤٩,٠	٣٥٤,٥	٢٨٩,١	٢٠٧,٤	١٦٤,٠
أدنة	١٤٠,٣	١٥٦,١	١٩٥,٨	٢٠٦,٧	٢٣٩,٨	٢٩٩,١	٣٠٤,٢	٢٧٨,٥	٢٩١,٤	٢٤٣,٥	١٧٩,٩	١٤٨,٩
آل عمر	١٢٠,٢	١٢٤,٧	١٥٤,٧	١٦٨,٠	١٩٧,٩	٢٤٠,٧	٢٤٤,٠	٢٢٧,١	٢٤٩,٢	٢١٦,٣	١٥٦,٤	١٢٦,٣
بني ثور	١٥٠,٦	١٧١,٤	٢٢٣,١	٢٣٨,٦	٢٨١,٣	٣٤٧,٣	٣٥٧,٧	٣٢٦,٧	٣٣٤,٤	٢٧٤,٥	١٩٨,٩	١٥٩,٩
بني ملك	١٣٢,١	١٤٤,٣	١٧٣,٦	١٧٩,٨	٢٠٤,٣	٢٥٨,٩	٢٥٩,١	٢٣٧,٣	٢٥٣,٣	٢١٥,٢	١٦٣,٣	١٤٠,٢
بيشة	٢٤٥,٠	٢٨٥,٣	٤٢٨,٧	٤٩٢,٣	٦٣٩,٤	٦٩٦,٢	٧٣٩,٩	٦٩٥,٧	٦٠٠,٤	٤٩٧,٠	٣٦٤,٢	٢٦٢,٧
بللسمر	١١٩,٤	١٢٤,٤	١٥١,٠	١٦١,١	١٨٦,٩	٢٢٩,٧	٢٣١,٦	٢١٤,٩	٢٣٦,١	٢٠٥,٥	١٥١,٥	١٢٥,٩
تلجر	١١٧,٥	١٢١,٣	١٤٧,٨	١٥٩,٠	١٨٥,٥	٢٢٦,٨	٢٢٨,٨	٢١٢,٩	٢٣٥,٢	٢٠٥,٤	١٥٠,٣	١٢٣,٥
تبالة	٢٠٨,٨	٢٦٩,٨	٣٧٤,٠	٣٩٣,٥	٤٦٠,٤	٥٩٦,٥	٦٠٩,٤	٥٤٢,٧	٥٠٦,١	٣٨٥,٦	٢٨٠,٢	٢٢٣,٧
تثليث	٢٤٦,٧	٣١٥,٦	٤٩٢,٦	٥٤١,٤	٦٨٧,٧	٧٣٥,٧	٨٤٤,٥	٧٥٤,١	٦٦٩,٢	٥٣٣,٧	٣٦٩,٢	٢٥٦,٨
تندحة	١٣٨,٧	١٥٢,١	١٩٦,٩	٢١٣,٨	٢٥٤,٤	٣٠٩,٥	٣١٨,٩	٢٩٣,٨	٣٠٨,٣	٢٥٨,٠	١٨٤,٩	١٤٦,٥
تمنية	١١٧,٥	١٢١,٣	١٤٧,٨	١٥٩,٠	١٨٥,٥	٢٢٦,٨	٢٢٨,٨	٢١٢,٩	٢٣٥,٢	٢٠٥,٤	١٥٠,٣	١٢٣,٥
تنومة	١٢٥,٧	١٣٤,٨	١٦٠,١	١٦٥,٩	١٨٨,٣	٢٣٧,٤	٢٣٧,٢	٢١٨,٠	٢٣٦,١	٢٠٣,٢	١٥٤,٦	١٢٣,٣
الجوف	١٣٣,١	١٤٠,١	١٨٩,٠	٢١٥,٦	٢٦٧,١	٣١٦,٣	٣٢٧,٥	٣٠٥,١	٣٢٦,٤	٢٧٦,٠	١٨٩,٥	١٣٨,٥
الحرجة	١١٩,٥	١١٩,٩	١٥٧,١	١٨٠,٤	٢٢٢,٧	٢٦٥,١	٢٦٩,٣	٢٥٣,٣	٢٨١,٣	٢٤٤,٧	١٦٨,٥	١٢٣,١
الحيفة	٢٠٣,٤	٢٥٧,٨	٣٧٠,٨	٤٠٢,٤	٤٨٦,١	٥٩٩,٣	٦٣٢,٩	٥٦٧,١	٥٣١,٥	٤٠٦,٩	٢٨٦,٥	٢١٧,٥
الحنى	١٢٧,٧	١٣٦,٦	١٦٨,٧	١٧٩,٦	٢٠٩,٠	٢٥٧,٧	٢٦١,٣	٢٤١,٣	٢٥٩,٦	٢٢٢,٠	١٦٣,٤	١٣٥,٠
خميس مشيط	١٥٢,٣	١٦٨,٠	١٩٩,٩	٢٠٤,٣	٢٤٩,٤	٢٨٢,٦	٢٨٤,٧	٢٥٢,٣	٢٨٧,٥	٢٧٧,١	٢٠٧,٧	١٦٢,٣
خير الجنوب	١٥٥,٤	١٧٧,٥	٢٣٩,٣	٢٦١,٤	٣١٤,٨	٣٨١,٤	٣٩٨,٣	٣٦٤,٣	٣٦٩,٦	٣٠٠,٨	٢١٢,٩	١٦٤,٦
الزهران	١١٢,٥	١١٤,٩	١٣٥,٥	١٤٣,٢	١٦٤,١	٢٠٢,٦	٢٠٢,٤	١٨٨,٢	٢١٠,٧	١٨٦,٤	١٣٩,٦	١١٨,٤
سراة عبيدة	١٤٩,١	١٤١,٦	١٧٦,٩	١٨٤,٧	٢٢٣,٣	٢٤٨,٤	٢٤٩,٧	٢٣٢,٩	٢٤١,٩	٢٣٨,١	١٨٠,٧	١٤٢,٢
سرلحسان	١٤١,٢	١٤٦,٦	١٧٦,٥	١٧٥,٠	١٩٥,٥	٢٢٢,٦	٢٢٦,٨	٢٢١,١	٢١٧,٦	١٩٨,٩	١٦٣,٠	١٤٢,٥
السودة	٩٨,٣	٩٤,٨	١٠٩,١	١١٧,٥	١٣٤,٩	١٦٤,٦	١٦٢,٠	١٥٣,٠	١٧٩,٠	١٦٤,٦	١٢١,٨	١٠٢,١
سبت العليا	١٣٩,٦	١٥٥,٩	١٨٩,١	١٩٤,٨	٢٢١,١	٢٨٢,٨	٢٨٢,٧	٢٥٧,٧	٢٧٠,٨	٢٢٧,١	١٧٢,٦	١٤٨,٣
صبح بلحمر	١٢١,٤	١٢٧,٧	١٥٣,٨	١٦٢,٥	١٨٧,١	٢٣١,٨	٢٣٣,١	٢١٥,٧	٢٣٥,٨	٢٠٤,٤	١٥٢,٣	١٢٨,٢
صمخ	١٧٢,٨	٢٠٠,٦	٢٩٥,٩	٣٤٠,١	٤٣٢,٣	٥٠٣,٣	٥٤١,٤	٤٩٤,٦	٤٨٩,١	٣٨٨,٥	٢٦١,٥	١٨١,٩
ظهران الجنوب	١٣٢,٣	١٤٢,٠	١٨٣,١	٢٠٠,٦	٢٣٩,٨	٢٩٠,٠	٢٩٨,٢	٢٧٦,٠	٢٩٤,٠	٢٤٨,٩	١٧٧,٣	١٣٩,٣
عبالة	١١٠,١	١١٠,٧	١٣٢,٩	١٤٣,٦	١٦٧,٢	٢٠٣,٩	٢٠٤,٣	١٩١,٢	٢١٥,٦	١٩١,٦	١٤٠,١	١١٥,٣
علكم	١٢١,٤	١٢٧,٧	١٥٣,٨	١٦٢,٥	١٨٧,١	٢٣١,٨	٢٣٣,١	٢١٥,٧	٢٣٥,٨	٢٠٤,٤	١٥٢,٣	١٢٨,٢
المولين	١٢٥,٠	١٣١,٧	١٦٥,٤	١٧٩,٦	٢١٢,٢	٢٥٨,١	٢٦٢,٩	٢٤٤,٠	٢٦٤,٤	٢٢٧,١	١٦٣,٨	١٣١,٦
مركز بني عمرو	١٨٨,٧	٢٣٨,٢	٢٨٩,٨	٢٨٤,٥	٣٠٩,٨	٤٥٠,٤	٤١٨,٥	٣٧٠,٦	٣٦٢,٢	٢٨٣,٩	٢٢٤,٢	٢٠١,٠
التماص	١٠٦,٨	١٠٤,٩	١٢٧,٣	١٤٠,٥	١٦٦,٠	٢٠٠,٩	٢٠٠,٦	١٨٩,٠	٢١٦,٠	١٩٣,٧	١٣٨,٨	١١٠,٨
وادي ابن هشيل	١٥٢,٧	١٧٦,٣	٢٢٠,٤	٢٢٨,٠	٢٦٠,٦	٣٣٤,٥	٣٣٦,٣	٣٠٥,٠	٣١١,٩	٢٥٥,٨	١٩٢,٣	١٦٢,٦
يعرى	١٤١,٤	١٥٤,٦	٢٠٧,٠	٢٣٠,١	٢٨٠,١	٣٣٥,١	٣٤٨,٨	٣٢٢,١	٣٣٦,٦	٢٨٠,٢	١٩٥,٩	١٤٨,٨

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا.

ونظراً لعدم توفر البيانات المشار إليها فقد تم تقديرها باتباع الخطوات التالية :

- ١- اتضح من تحليل قواعد المعلومات أن بيانات الحرارة تتوفر كسلسلة زمنية لعدد سبع محطات من إجمالي محطات منطقة الدراسة.
- ٢- تتوفر البيانات حول الارتفاع عن سطح البحر والبعد عن الساحل لكل المحطات في منطقة عسير الجبلية.
- ٣- بافتراض أن هناك علاقة سلوكية بين درجات الحرارة كمتغير تابع والارتفاع عن سطح البحر والبعد عن الساحل كمتغيرات مستقلة تم تطبيق أسلوب الانحدار الخطي المقطعي لتحديد نمط هذه العلاقة بالنسبة للمحطات التي تتوفر فيها البيانات حول درجات الحرارة.
- ٤- تطبيق معاملات التقدير لمعادلات الانحدار الخطي المقطعي، كما في الخطوة ثالثاً أعلاه، كمؤشرات لتقدير درجات الحرارة في المحطات الأخرى، وذلك حسب ارتفاع كل منها عن سطح البحر وبعدها عن الساحل.

وتجدر الإشارة إلى أن مثل هذا الأسلوب، يمثل في ظل عدم توفر بيانات ضرورية، البديل الثاني المفضل (Second Best Alternative) والذي يوفر بيانات ذات اتساق في تسلسلها وارتباط بالمتغيرات الأخرى.

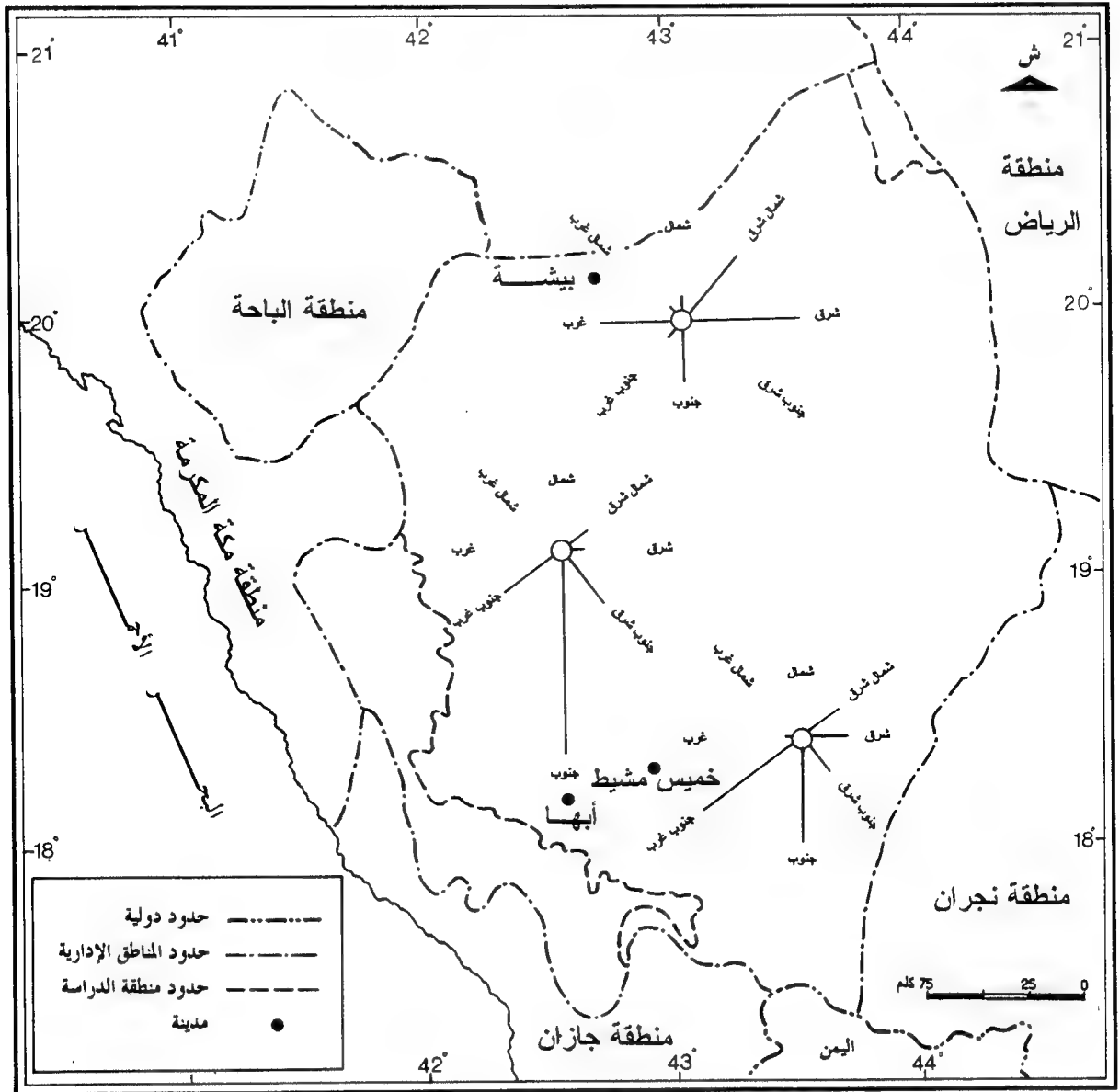
#### خامساً - الرياح.

تتأثر المنطقة الجبلية بعسير كباقي مناطق المملكة العربية السعودية، بعدة مراكز للعمل رئيسية وثابتة للضغط المرتفع والمنخفض في فصول السنة المختلفة كما ذكر في الفصل الثاني، ولكن يظل تأثيرها بالمنخفض المتوسط الشرقي الحركي كثيراً في فصل الشتاء فتتعرض لتيارات الكتلة الهوائية الشمالية شبه القطبية الباردة والمدارية الحارة، فيكون اتجاه التيارات الهوائية على المملكة بما فيها عسير في هذا الفصل بين شمالية وشمالية غربية وغربية على منطقة المرتفعات وشمالية شرقية على منطقة الهضبة الشرقية. أما في فصل الصيف فتتعرض إلى التيارات الهوائية الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية الموسمية بسبب سيطرة المنخفض العربي وقربها من منخفض الهند الموسمي والمنخفض الأفريقي. أما في فصلي الانتقال الربيع والخريف فتعود المنطقة إلى تأثرها بمنخفض المتوسط الشرقي الديناميكي ومنخفض السودان الحراري وهذان المنخفضان يعرضانها إلى التيارات الهوائية الشمالية الغربية والجنوبية والجنوبية الشرقية المثيرة للغبار على الأطراف الشرقية في هضبة عسير والجنوبية الغربية على جنوب البحر الأحمر شكل (٤٨).



## شكل (٤٨)

اتجاهات الرياح في الأراضي الجبلية في عسير.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات الرناسة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧م.

### العلاقة بين معدل سرعة الرياح ومعدل التبخر الشهري.

تتباين تأثيرات سرعة الرياح على التغيرات الشهرية للتبخر من محطة لأخرى كما تبرزه العلاقة الموجودة بين هذين العنصرين، وتتلخص أهم هذه التباينات فيما يلي جدول (٣٨) يوضح سرعة الرياح في محطات المنطقة الجبلية بعسير.

١- تتراوح المعدلات الشهرية لسرعة الرياح في المحطات المناخية بين ٣,٦ كم/ساعة في شهر ديسمبر في محطة بيشة وبين ١٥,٨ كم/ساعة في شهر مارس في محطة سراة عبيدة.

٢- تبلغ معدلات سرعة الرياح الشهرية العظمى ٩,١ كم/ساعة في محطة أبها و٧,٣ كم/ساعة في محطة خميس مشيط و١٥,٨ كم/ساعة في محطة سراة عبيدة في شهر مارس.

٣- تبلغ معدلات سرعة الرياح الشهرية الصغرى ٥,١ كم/ساعة في محطة أبها و٤,١ كم/ساعة في محطة خميس مشيط خلال شهر نوفمبر و٣,٦ كم/ساعة في محطة بيشة خلال شهر ديسمبر ١٠,٢ كم/ساعة في محطة سراة عبيدة خلال شهر أغسطس.

٤- يمثل شهر مارس أول شهور الربيع الذي تبدأ فيه درجات الحرارة بالارتفاع عن سابقه وتأثر المنطقة بمنخفضي المتوسط الشرقي الحركي ومنخفض السودان الحراري، الأمر الذي يعرض المنطقة إلى ظاهرة عدم الاستقرار الجوي في حالة تزامنها، فتتشط التيارات الهوائية التي تؤدي إلى زيادة سرعة الرياح حيث يمثل هذا الشهر أعلى سرعة للرياح في المحطات المناخية سراة عبيدة وأبها وخميس مشيط وبيشة.

٥- تمتد الفترة التي تتميز بمعدلات شهرية لسرعة الرياح تزيد عن المعدل الشهري للسنة إلى ٤ شهور من شهر يناير إلى شهر أبريل بمحطة أبها، و٨ شهور من شهر فبراير إلى شهر أكتوبر بمحطة بيشة، ويستثنى من ذلك شهر يونيو، و٥ شهور من شهر يناير إلى شهر أبريل بالإضافة لشهر سبتمبر بمحطة خميس مشيط، و٦ شهور من شهر يناير إلى شهر أبريل بالإضافة إلى شهري سبتمبر وأكتوبر بمحطة سراة عبيدة.

جدول (٣٨)

المعدلات الشهرية لسرعة الرياح (كم/ساعة) في المحطات المناخية ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
أبها	٧,٩	٩,١	٩,١	٧,٠	٦,١	٦,٠	٦,٥	٥,٩	٥,٩	٥,٧	٥,١	٦,٥	٦,٧
بيشة	٤,٢	٤,٩	٥,٥	٥,٤	٤,٩	٤,٣	٥,١	٤,٩	٥,٠	٥,٤	٤,٢	٣,٦	٤,٨
خميس مشيط	٦,٤	٧,١	٧,٣	٥,٩	٥,٣	٥,٢	٥,٦	٥,٢	٦,٠	٥,١	٤,١	٥,٢	٥,٧
سراة عبيدة	١٢,٩	١٥,١	١٥,٨	١٣,٤	١١,٥	١٠,٨	١٠,٩	١٠,٢	١٢,٦	١٤,١	١١,٣	١١,٣	١٢,٥

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة المياه (قسم الهيدرولوجيا) والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

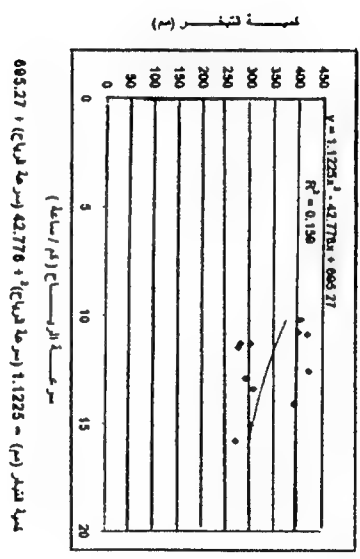
- ٦- يتباين معدل سرعة الرياح الشهرية العظمى في المحطات المناخية مع معدلات التبخر الشهرية العظمى بنفس المحطات ما عدا محطة سراة عبيدة فتتوافق سرعة الرياح العظمى مع معدلات التبخر العظمى.
- ٧- تتوافق سرعة الرياح الشهرية الصغرى نوعاً ما مع معدلات التبخر الصغرى في الأشهر الباردة (ديسمبر) في محطة بيشة.
- ٨- تتأثر معدلات التبخر الشهرية بسرعة الرياح بدرجات متفاوتة كما تدل عليه العلاقة التي تتراوح بين ٠,١٥٩ بمحطة سراة عبيدة و ٠,٣٤٧٨ بمحطة بيشة أشكال (٤٩-٥٢) على التوالي.
- ٩- رغم توافق سرعة الرياح الشهرية العظمى مع معدلات التبخر الشهرية العظمى في محطة سراة عبيدة إلا أن العلاقة بينهما ضعيفة، مما يدل على تأثير معدلات التبخر بعوامل أخرى غير الرياح.
- ١٠- تتقارب العلاقة بين سرعة الرياح الشهرية ومعدل التبخر الشهري في محطتي خميس مشيط وأبها ، حيث كانت على التوالي ٠,٢٩٨٦ و ٠,٢٨١٧.

ويتضح مما تقدم أن تأثير الرياح على النبات يختلف تبعاً لشدة الرياح من جهة ومدى حساسيته من جهة أخرى، وللرياح تأثير مباشر في تغيير العناصر المناخية كالحرارة والرطوبة وقد يكون هذا التأثير في صالح النبات أو قد يجلب له الضرر، فالرياح الشديدة تعمل على زيادة سرعة التبخر بشكل مباشر وعلى النتج بشكل غير مباشر من خلال العلاقة العكسية بين الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة ومن ثم علاقة هذه الأخيرة بالنتج، لأنه تقل سرعة النتج كلما ارتفعت كمية الرطوبة النسبية في الهواء المحيط وبالتالي يتعرض سطح التربة للجفاف ونقص في المحتوى الرطوبي ويزداد في النبات الاحتياج المائي اللازم لبناء أنسجته والقيام بوظائفه الحيوية وبسبب زيادة معدل النتج ينخفض معدل البناء الضوئي للنبات، وفي حالة عدم توفر الحاجة المائية للنبات يتوقف عن النمو ويموت، ولا يقتصر أثر الرياح السلبي على النواحي الشكلية والفسيولوجية وإنما له دور إيجابي في نقل البذور وحبوب اللقاح ودفع السحب من مناطق التبخر إلى مناطق سقوط الأمطار وهذه الأخيرة ترتبط كمياتها باتجاه الرياح الرطبة. الشلش، (١٩٨٢ م).

ويلاحظ ذلك في جبال السروات التي تعترض مسار الرياح الموسمية الجنوبية الغربية الرطبة فتضطر للارتفاع حيث يبرد الهواء الرطب ويتكاثف وتسقط الأمطار بغزارة على المنطقة. وفي المقابل سجلت محطات جبال السروات معدلات لدرجات الحرارة والتبخر/النتج منخفضة ومعدلات للرطوبة النسبية مرتفعة مقارنة بمحطات منطقة الهضبة الداخلية.

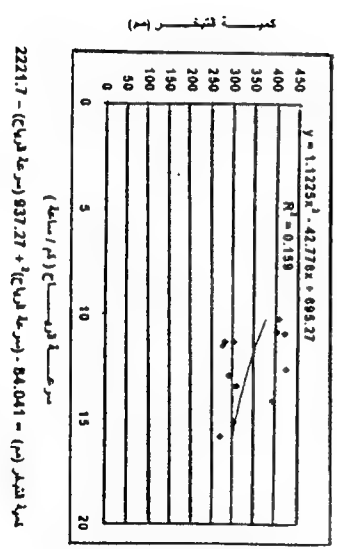
شكل (٥٠)

العلاقة بين معدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في محطة سراق عبيدة.



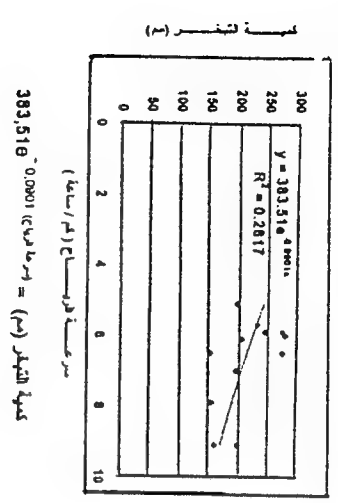
شكل (٥٢)

العلاقة بين معدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في محطة خفيس مشيط.



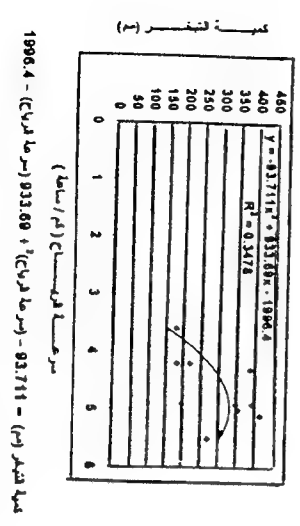
شكل (٤٩)

العلاقة بين معدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في محطة أبيها.



شكل (٥١)

العلاقة بين معدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في محطة بيضة.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والحياء قسم الهيدرولوجيا والرياسة العامة للأرصاء  
 وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

## الفصل الرابع

### الأمطار والعوامل المؤثرة في تغيراتها الزمنية والمكانية في الأراضي الجبلية بعسير

#### أولاً - السمات المناخية العامة للأمطار.

يُعد الهطول بجميع أنواعه وخاصة الأمطار من أهم عناصر المناخ التي يجب أن توجه إليها عناية خاصة لأهميتها الكبرى بالنسبة لكافة أشكال الحياة، فضلاً عن دورها في تشكيل الوسط الطبيعي الحيوي وما عليه من أنظمة بيئية متعددة، هذا بالإضافة إلى تأثيرها المباشر على حياة الإنسان وأنشطته المختلفة.

وتُعد الأمطار من أهم مظاهر الهطول في جميع الأقاليم المناخية لأنها مصدر أساسي لتغذية المصادر المائية السطحية والجوفية على سطح الأرض، والمطر هو سقوط بخار الماء من مستوى التكاثف قاعدة الغيوم نحو الأرض بسبب انخفاض درجة حرارة الهواء على شكل ذرات مائية صغيرة تتكون منها السحب، فإذا ما وصلت إلى مستويات أشد برودة أخذت تلك الذرات المائية في التجمع والالتحام حول نوى التكاثف، فيزداد حجمها ووزنها ويصعب على الهواء حملها، فتبدأ بالهطول نحو الأرض على شكل مطر إذا كانت درجة حرارة الهواء أعلى من الصفر، وعلى شكل ثلج إذا كانت درجة حرارة الهواء دون الصفر.

ويختلف المطر من حيث غزارته وكميته من وقت لآخر ومن مكان لآخر تبعاً لعدة عوامل. وهناك شرطان رئيسيان لسقوط الأمطار هما :

١ - أن يكون الهواء محملاً بكمية مناسبة من بخار الماء وكلما زادت هذه الكمية ساعد ذلك على زيادة كمية المطر.

٢ - أن يتصاعد الهواء إلى أعلى محققاً آلية التغير الأدياباتيكى لدرجة حرارته إلى ما دون نقطة الندى، حيث يبدأ يتكاثف بخار الماء حول نوى صلبة متعددة الأحجام والأشكال والأنواع على شكل سحب ثم يسقط على هيئة مطر أو ثلج أو برد أو غيره، ويصعد الهواء إلى أعلى نتيجة لثلاثة عوامل رئيسية هي :

أ- تصاعد الحمل الحراري (Convictional Activity) وينجم عن التسخين الشديد لسطح الأرض والهواء الملامس له مما يجعل الهواء يتمدد بسبب قلة كثافته ويصعد نحو الأعلى على شكل تيارات هوائية صاعدة فيبرد ويتكاثف.

ب- التصاعد التضاريسي أو المجبر (Orographic Up Lift) ويحدث بسبب اعتراض الحواجز الجبلية المرتفعة طريق الكتلة الهوائية الرطبة مما يجبرها على الصعود نحو الأعلى فتبرد وتتكاثف.

ج- التصاعد الجبهي (Frontal Up Lift) ويتم بسبب التقاء كتلتين هوائيتين متضادتين في الاتجاه ومتناقضتين في المميزات الحرارية والرطوبة، مما يجعل الكتلة الحارة والأخف كثافة تصعد نحو الأعلى فتبرد وتتكاثف.

وعلى أساس هذه العوامل الثلاثة تنقسم الأمطار إلى ثلاثة أنواع هي :

- أمطار الحمل الحرارية.
- أمطار التضاريس (أمطار التصاعد المجبر).
- الأمطار الديناميكية (الأمطار الاضطرابية). شرف، (١٩٧٤م)، نعمان (١٩٨٨م).

ورغم أن كلاً من هذه الأنواع له أسبابه ومميزاته الخاصة فإن أياً منها لا يظهر مستقلاً تماماً عن النوعين الآخرين، وكثيراً ما يوجد أكثر من نوع واحد في المنطقة الواحدة، فالأمطار هي نتيجة لعمل العوامل الثلاثة المجتمعة معاً والتي بدورها تعمل على رفع الهواء. وعليه كان من الصعب أحياناً فصل الأمطار التضاريسية عن الأمطار الديناميكية أو حتى عن أمطار الحمل الحراري ، فإذا كانت التضاريس عاملاً ينشط حركة صعود الهواء إلى أعلى القمم الجبلية فإن النشاط الحملاني عند أقدام الجبال يرتبط بارتفاع الحرارة المتزايدة ، كما أن المناطق المنخفضة هي الأكثر تفضيلاً لتيارات المنخفضات الجبهية أثناء تحركها. وعليه يمكن القول: إن أمطار منطقة عسير ما هي إلا محصلة مزدوجة لفعل الأمطار الديناميكية والتضاريسية معاً في فصلي الشتاء والربيع لخضوع المنطقة لتأثير الاضطرابات الجوية التي تسود شرق منطقة البحر الأبيض المتوسط ، والأمطار التضاريسية و الحملانية معاً نتيجة حدة تصاعد التيارات الهوائية الساخنة في فصل الصيف.

#### ثانياً - العوامل المؤثرة في توزيع الأمطار.

يختلف سقوط الأمطار من منطقة لأخرى بالمنطقة الجبلية بعسير، ويرجع السبب في ذلك لتضافر العوامل الجغرافية والمحلية مع العناصر المناخية الديناميكية الفاعلة في نشوء الأمطار، وليس مهماً فقط احتواء الهواء على بخار الماء، ولكن المهم أيضاً وجود آلية ينتج عنها رفع ذلك الهواء إلى أعلى في طبقة التروبوسفير سواء كان ذلك الرفع تضاريسياً أو تصاعدياً بالتسخين أو ديناميكياً. وكما تؤثر الأمطار في سطح الأرض وحياة الكائن الحي الذي يعيش فوق هذا السطح فهي بدورها تتأثر بعوامل مختلفة تعمل جميعاً على رسم الصورة التي تتسم بها ومن هذه العوامل :

## الارتفاع عن سطح البحر.

يساعد عامل الارتفاع عن سطح البحر في المناطق الجبلية على زيادة سقوط الأمطار، بسبب اعتراض السلاسل الجبلية للتيارات الهوائية، التي تضطربها للارتفاع نحو الأعلى فتتخفض درجة حرارتها وتبرد ويتكاثف ما بها من بخار الماء. ولا ترجع زيادة الأمطار على هذه المرتفعات الجبلية إلى كون الجبال عوارض طبوغرافية فحسب بل يترتب على ذلك الاصطدام تفاعل مجموعة من العوامل التي تساعد على غزارة الأمطار شحادة، (١٩٨٨م)، منها :

- أ - بداية نشاط تيارات التصاعد المجبر يؤدي إلى تهيج التيارات وعدم استقرارها وزيادة حدوثها.
- ب - تجمع الرياح في الأودية والأحواض واتخاذها مساراً للتصاعد المجبر مما يؤدي إلى عدم استقرارها وزيادة سرعتها.
- ج - تحقق الآلية الأدياباتية في درجة حرارة الهواء المتصاعد، مما يزيد من طول مدة تعرض المرتفعات للأمطار بسبب إعاقتها لحركة التيارات الرطبة من التقدم، وبالتالي توفير رطوبة عالية.

وتزداد كميات الأمطار التضاريسية فوق المناطق الجبلية على السفوح المواجهة (الجوانب المعرضة أو الأمامية) للتيارات الهوائية الصاعدة، وتستمر عملية تزايد في كميات الأمطار مع زيادة الارتفاع حتى تبدأ في الانخفاض فوق الأجزاء العليا من الجبال، لكونها وصلت مستوى الهطول الأعظم، وهو المستوى الذي تبدأ فيه الأمطار بالانخفاض، ويرجع السبب في ذلك إلى أن الرياح المتصاعدة تفقد معظم حمولتها من بخار الماء فوق الأجزاء السفلى والوسطى من حواف الجبال، وبالتالي تصل إلى المواقع العليا وهي أقل رطوبة. أما في السفوح المظاهرة (الجوانب الخلفية - مناطق ظل المطر) فإن كمية الأمطار تكون قليلة مقارنة بالجوانب الأمامية المواجهة للتيارات، ويعود السبب في ذلك إلى عاملين أساسيين هما :

- ١ - إن التيارات الهوائية الرطبة تفقد معظم حمولتها من بخار الماء أثناء صعودها على الحواف الأمامية قبل وصولها إلى الحواف الخلفية.
- ٢ - إن التيارات الهوائية فوق الحواف الخلفية تكون في حالة هبوط نحو سطح الأرض، وبالتالي فهي تتعرض إلى عملية تسخين أدياباتي يزداد حدة كلما ازدادت تلك التيارات قرباً من سطح الأرض. ونتيجة لارتفاع حرارة الهواء الهابط تتخفض رطوبته النسبية، وبالتالي يصبح جافاً، مما يفسر جزئياً ظاهرة انخفاض كميات الأمطار وتقطع غطاء الغيوم فوق الحواف الخلفية للمناطق الجبلية التوم، (١٩٨٦م).



وتقف السروات بمنطقة عسير كحاجز مانع لتوغل تأثيرات التيارات الجنوبية والجنوبية الغربية الرطبة نحو الداخل، وتمتد بشكل عمودي على اتجاه التيارات الهوائية بارتفاعات تزيد بعض قممها عن ٣٠٠٠ م مما يضطر التيارات الهوائية للارتفاع إلى الأعلى وتفرغ حملتها على السفوح الغربية وحرمان السفوح الشرقية من هذه التأثيرات لوجودها في المواقع المظاهرة (الخلفية) التي زادت من جفافها. وعاملا الارتفاع والامتداد للتضاريس بشكل عمودي على اتجاه التيارات الغربية الرطبة جعل السفوح الغربية تحتل المركز الأول في كميات الأمطار بالنسبة لمنطقة جبال السروات خاصة، ولمناطق المملكة بصفة عامة. ولكن يُعد عامل الارتفاع من أهم العوامل المؤثرة في كميات الأمطار حيث توجد علاقة ارتباط واضحة بين زيادة ونقص المعدل السنوي للأمطار مع المرتفعات. جدول (٣) الشكلان (٦-٧).

#### القرب والبعد عن المسطحات المائية.

تزداد كميات الأمطار في المناطق القريبة من المسطحات المائية بأنواعها، وذلك لـرطوبة الهواء في المناطق القريبة من المسطحات المائية أكثر من رطوبة الهواء في المناطق البعيدة القارية. وللمسطحات المائية بأنواعها دور في تفسير اختلاف معدلات الأمطار من ناحيتين هما :

- أ- المسافة الفعلية من البحر، فكلما بعدنا عن البحر قل تأثير البحر، وذلك يعني الابتعاد عن مصدر الرطوبة.
- ب- التيارات البحرية، إن للتيارات البحرية الدافئة تأثيراً إيجابياً على إمكانات الهطول، بينما للتيارات البحرية الباردة تأثير سلبي بسبب انخفاض درجة حرارتها وقلة رطوبتها، وعموماً تقل آثار تلك التيارات بنوعها كلما بعدت المنطقة عن سواحل المسطحات المائية. ويُعد البحر الأحمر والخليج العربي وبحر العرب بالنسبة لمنطقة عسير مصادر لـرطوبة ذات تأثير محدود يقتصر تأثيرها على المناطق الساحلية المجاورة لها، في حين نجد أن أكثر المسطحات المائية تأثيراً في رطوبة المنطقة هي المسطحات المائية البعيدة عنها كالبحر الأبيض المتوسط فهو مصدر رئيسي لتزويد الكتلة الهوائية المرافقة للمنخفضات الجوية (الكتل شبه القطبية والمدارية القارية) بالرطوبة أثناء مرورها على مياهه الدافئة. والمحيط الهندي الذي يقوم بتزويد التيارات الهوائية الجنوبية والجنوبية الغربية بكميات كبيرة من الرطوبة. وعليه توجد علاقة ارتباط واضحة بين كمية الأمطار ومصادر الرطوبة، لأنها تُعد من العوامل المؤثرة في كمية الأمطار وهي علاقة عكسية ثابتة بين المسافة من البحر وإمكانات التساقط، حيث تزيد كمية الأمطار كلما قلت المسافة عن مصدر الرطوبة بالنسبة لمعدلات الأمطار المطلقة والعكس صحيح، وهذه العلاقة

تحتل المركز الثاني بعد الارتفاع في التأثير على كميات الأمطار. جدول (٣) والشكلان (٨-٩).

#### أنوع التيارات الهوائية.

إن للتيارات الهوائية إسهاماً في إيجاد التباين الملحوظ داخل منطقة عسير الجبلية لاسيما بين مناطق السروات والهضبة الداخلية، فالتيارات الهوائية التي تهب من داخل القارات هي عادة تيارات جافة، وهذا ما تتعرض له هضبة عسير بسبب الكتل الهوائية الشمالية الشرقية الجافة صيفاً وشتاءً، مما جعل محطاتها تسجل أقل كميات من الأمطار، بينما التيارات التي تهب من فوق البحار هي تيارات رطبة تحتوي على إمكانات ذاتية لإحداث الهطول، كما أن التيارات التي تهب من بحار دافئة أكثر رطوبة من التيارات التي تهب من بحار باردة. وتتعرض المنطقة الجبلية بعسير للتيارات الهوائية الشمالية الغربية في فصل الشتاء القادمة من البحر الأبيض المتوسط والتيارات الجنوبية الغربية الرطبة في فصل الصيف القادمة من النطاق الاستوائي، ويكون اتجاه التيارات في فصل الشتاء في وضع قريب من التعامد مع امتداد السروات بمنطقة عسير أما في فصل الصيف فيكون اتجاه التيارات متعامداً مع امتداد السروات وهذا بدوره يؤثر في كمية الأمطار.

#### درجة الحرارة.

تساعد درجة الحرارة بطبيعة الحال على زيادة حدة نشاط التيارات الهوائية الصاعدة محلياً، في الأماكن ذات الارتفاع القليل في المنطقة الجبلية بعسير ويزداد هذا النشاط عادة كلما ارتفعت مستويات الحرارة بشكل تدريجي في فصل الربيع وبشدة في فصل الصيف في المناطق المنخفضة في المنطقة الجبلية بعسير. علاوة على دور الحرارة في زيادة نسبة التبخر من المسطحات المائية، كما يساعد الغطاء النباتي والتربة على زيادة معدل الرطوبة الجوية وبالتالي تساعد على إمكانات حدوث مختلف مظاهر التساقط بالمنطقة .

#### ثالثاً - التغيرات الزمنية والمكانية للأمطار.

يتباين توزيع الأمطار بشكل واضح بين محطات المنطقة الجبلية بعسير، كما تعكسه المعدلات السنوية والفصلية والشهرية. وتعزى هذه التباينات لأكثر من عامل يؤثر في التوزيع المكاني للأمطار، ولا سيما عامل الارتفاع وموقع المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار بالنسبة للسفوح المواجهة لتأثيرات التيارات الرطبة. ويغلب على توزيع الأمطار، بصورة عامة، الطابع الفصلي بحيث كثيراً ما يتردد الفصل الجاف الذي لا تسقط فيه الأمطار إطلاقاً على المنطقة.

## التغيرات السنوية للأمطار.

تختلف المعدلات السنوية للأمطار من محطة لأخرى بين منطقة السروات والهضبة الداخلية. وتتزايد المعدلات السنوية بين محطات أعالي منطقة السروات والمحطات التي تقع في السفوح المواجهة لتأثير الرياح الجنوبية الغربية والشمالية الغربية الرطبة، وقد يعزى هذا التباين لعاملي الارتفاع وتأثير الرياح الرطبة، بينما نجد أن المعدلات السنوية للأمطار تنخفض بشكل كبير كلما اتجهنا نحو الشرق ومنطقة الهضبة الداخلية، نظراً لانعدام تأثير العاملين المذكورين. وقد يصاحب هبوب الرياح الجنوبية الغربية على السفوح الشرقية ارتفاع في معدلات الأمطار لبعض المحطات بسبب تباين التضاريس فيها، مما يجعلها تستفيد جزئياً من تأثيرات تلك الرياح. ويتضمن التوزيع السنوي لقيم معدلات الأمطار خمس فئات، وقد اعتمدنا في تصنيف فئات المحطات السنوية على معيارين مهمين هما:

- ١- الترتيب التنازلي لمعدلات الأمطار الممتلئة في المعدل السنوي المطلق للأمطار (مم)، المعدل السنوي الفعلي للأمطار (مم)، الأمطار السنوية القصوى (مم)، الأمطار السنوية الصغرى (مم) ملحق (هـ).
- ٢- مقياس التمثيل البياني المتجانس للحصول على مقارنة دقيقة لكل المحطات (٣٥ محطة) ولكل المتغيرات السابقة، وقد تم استخدام هذين المعيارين في آن واحد للحصول على فئات المحطات المذكورة بيانياً شكل (٥٣).

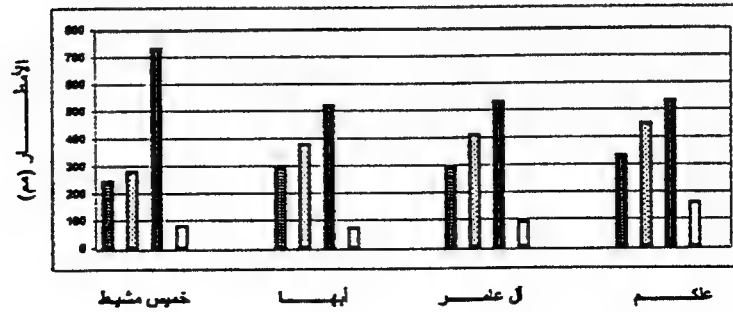
### الفئة الأولى:

- وتتشكل من (٩) محطات : هي النماص وتمنية والسودة وبللسمر وسر لعصان وعلكم وآل عامر وأبها وخميس مشيط جدول (٣٩) وتتميز محطات هذه الفئة بالآتي :
- أ - معدلات سنوية مطلقة للأمطار تتراوح بين ٤١٨,٣ مم في النماص و ٢٤٣,٤ مم في خميس مشيط.
  - ب- معدلات سنوية فعلية للأمطار تتراوح بين ٥٣٤,٨ مم في تمنية و ٢٧٨,٣ مم في خميس مشيط.
  - ج- أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٨٧٦,٠ مم سجلت في عام ١٩٩٥م بمحطة النماص و ٥١٩,٥ مم سجلت في عام ١٩٨٥م بمحطة أبها.

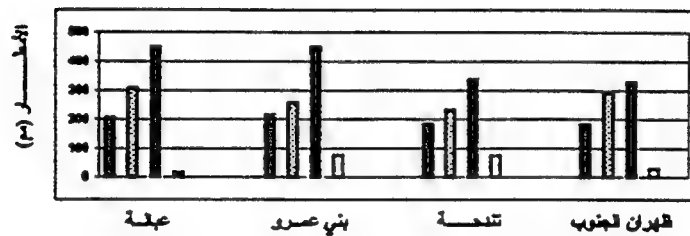
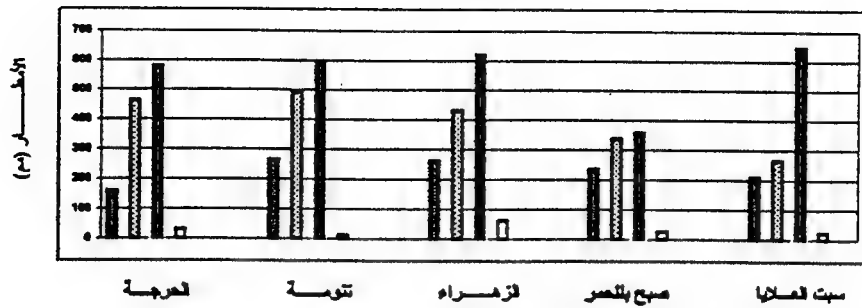
## شكل (٥٢)

تغيرات الأمطار السنوية القصوى والصغرى ومعدلات الأمطار المطلقة والفعلية بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧ م.

## الفئة الأولى

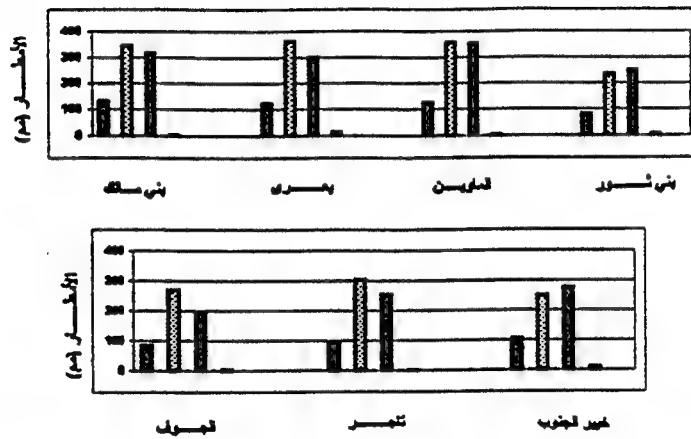


## الفئة الثانية

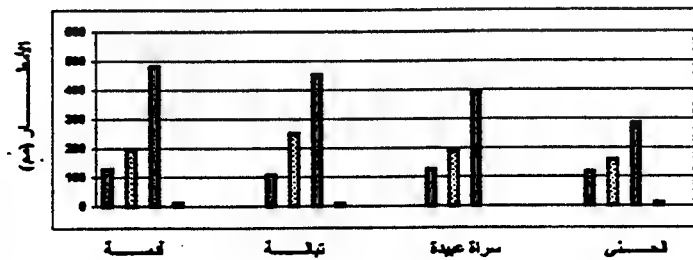


تغيرات الأمطار السنوية القصوى والصغرى ومعدلات الأمطار المطلقة والقطيية بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٩٧-١٩٧٠ م.

الفترة الثالثة



الفترة الرابعة



الفترة الخامسة



أمطار قصوى (مم)



معدل مطلق (مم)



أمطار صغرى (مم)



معدل قطي (مم)



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٩٧ - ١٩٧٠ م.

جدول (٣٩)  
تغيرات معدل الأمطار للفترة السنوية في محطات المنطقة الجبلية بعمسیر  
١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

أنواع الفئات	عدد المحطات	المعدل السنوي المطلق (مم)	المعدل السنوي الفعلي (مم)	الأمطار السنوية القصوى (مم)	الأمطار السنوية الصغرى (مم)
الفئة الأولى	٩	٤١٨,٣ (النماص) ٢٤٢,٤ (خ. مشيط)	٥٢٤,٨ (تبنة) ٢٧٨,٣ (خ. مشيط)	٨٧٦,٠ (النماص - ١٩٩٥) ٥١٩,٥ (أبها - ١٩٨٥)	٢٢٥,٢ (النماص - ١٩٨١) ٢,٦ (السودة - ١٩٨٤)
الفئة الثانية	٩	٢١٤,٧ (ترومة) ١٦١,٠ (الحرقة)	٤٩٢,١ (ترومة) ٢٣٠,٧ (تندحة)	٦٤٦,٦ (سبت لملايا - ١٩٧٥) ٣٢٧,٣ (ظ. الجنوب - ١٩٩٢)	٧٦,٨ (بني عمرو - ١٩٨٨) ١٦,٠ (عباله - ١٩٩٢)
الفئة الثالثة	٧	١٣١,٣ (بني مالك) ٨٠,٩ (بني ثور)	٣٦٢,٥ (بيري) ٢٣٥,٠ (بني ثور)	٢٥٢,٩ (الماوين - ١٩٧٦) ١٩٧,١ (الحوف - ١٩٨٦)	١٥٥,٥ (بيري - ١٩٧٠) ١,٢ (تاجر - بني ثور ١٩٧٧)
الفئة الرابعة	٤	١٣٨,١ (أدنة) ١٠٨,٤ (تباله)	٢٥١,٨ (تباله) ١٥٩,٤ (الحني)	٤٨٢,٨ (أدنة - ١٩٨٩) ٢٨٦,٥ (الحني - ١٩٩٧)	١٣,٨ (الحني - ١٩٩٦) ٠,٢ (سراة عبدة - ١٩٩١)
الفئة الخامسة	٦	٧٨,١ (بيشة) ٥٤,٢ (صمخ)	١٥٠,٤ (الحيفة) ١٠٤,٦ (صمخ)	٢٩٣,٠ (الحيفة - ١٩٧٥) ١٢٠,٢ (تبليث - ١٩٧٧)	١٢,٦ (تبليث - ١٩٧٣) ١,٠ (صمخ - ١٩٩٣)

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

د- أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٢٢٥,٢ مم سجلت في عام ١٩٨١م بمحطة النماص و ٢,٦ مم سجلت في عام ١٩٨٤م بمحطة السودة.

وتتأثر معدلات أمطار محطات هذه الفئة بعامل الارتفاع الذي يتراوح بين ٢٨٢٠ م في محطة السودة و ٢٠٩٥ م في خميس مشيط وبعامل البعد عن البحر الذي يتراوح بين ١٣٨ كم في خميس مشيط وآل عامر و ٩٥ كم في السودة، وبعامل موقع هذه المحطات الموجودة على السفوح الشمالية والشرقية ما عدا محطتي تمنية والنماص اللتين تقعان على السفوح الجنوبية والغربية على التوالي المواجهة للرياح الرطبة الجنوبية الغربية، والمتميزة بزيادة في القيم العظمى لمعدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية والأمطار السنوية القصوى.

ويلاحظ أن محطات هذه الفئة تقع قريبة من بعضها في الجنوب الغربي بمنطقة عسير عدا محطتي بللسمر والنماص، وعلى ارتفاعات متقاربة جداً عدا محطة السودة، وكذلك على بعد متماثل بالنسبة لخط الساحل على السفوح الشمالية والشرقية. وبالنظر إلى جدول (٤٠) نجد أن معدل نقص الأمطار عن المعدل السنوي المطلق بالنسبة لهذه الفئة أقل من (٥٠%) ويتراوح الفرق بين (٤١%) كحد أقصى في محطة بللسمر و (١٩%) كحد أدنى في محطة علكم.

#### الفئة الثانية.

وتتشكل من (٩) محطات: هي الحرجة وتتومة والزهران وصباح بللحمر وسبت العليا وعبالة ومركز بني عمرو وتندحة وظهران الجنوب وتتميز هذه الفئة بالآتي :

أ - معدلات سنوية مطلقة للأمطار تتراوح بين ٢٦٤,٧ مم في تتومة و ١٦١,١ مم في الحرجة.

ب- معدلات سنوية فعلية للأمطار تتراوح بين ٤٩٢,١ مم في تتومة و ٢٣٠,٧ مم في تندحة.

ج- أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٦٤٦,٦ مم سجلت في عام ١٩٧٥ م بمحطة سبت العليا و ٣٢٧,٣ مم سجلت في عام ١٩٩٢ م بمحطة ظهران الجنوب.

د- أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٧٦,٨ مم سجلت في عام ١٩٨٨ م بمحطة مركز بني عمرو و ١٦,٠ مم سجلت في عام ١٩٩٢م بمحطة عبالة.

ولا تتأثر بعض معدلات الأمطار لبعض محطات هذه الفئة بعامل الارتفاع الذي يتراوح بين ٢٤٨٠ م في عبالة و ١٢٠٠ م في مركز بني عمرو، بحيث سجلت القيم العظمى للمعدلات المطلقة والفعلية السنوية بمحطة تتومة التي تقع على ارتفاع ٢١٠٠ م.

## جدول (٤٠)

تغيرات معدل نقص الأمطار المطلقة للفئات السنوية في محطات المنطقة الجبلية بعسير

١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

الفئات	اسم محطة	الارتفاع (م)	البعد عن البحر (كم)	المعدل السنوي للفترة ٢٨ سنة	عدد السنوات التي < المعدل السنوي	معدل عدد السنوات التي < المعدل السنوي	معدل عدد السنوات التي > المعدل السنوي	(%) للنقص عن المعدل السنوي
الأولى	النماص	٢٦٠٠	١٣٣	٤١٨,٦	١٠	٦١٠,٠	٣١٢,٣	٢٥
	ثنية	٢٣٠٠	١٢٥	٣٨٥,٠	١٥	١٨٢,٣	٢٦٧,٠	٢٩
	السودة	٢٨٢٠	٩٥	٣٣٢,٩	١١	٤٥٧,٥	٢٥٢,٤	٢٤
	بلمسمر	٢٢٥٠	١٢٠	٣٠٢,٦	١٥	٤١٠,٤	١٧٨,٠	٤١
	سر لعصان	٢١٠٠	١١٥	٢٦٤,٨	١٣	٣٤٩,٠	١٩٢,٠	٢٧
	علكم	٢٢٠٠	١١٣	٣٣٢,٧	١٣	٤٠٧,١	٢٦٨,٣	١٩
	آل عامر	٢٢٥٠	١٣٨	٢٩١,٣	١٥	٣٦٤,٨	٢٠٦,٦	٢٩
	أها	٢٢٠٠	١١٣	٢٩٦,٨	١٢	٤٢٧,٢	١٩٨,٩	٣٣
	حميس مشيط	٢٠٩٥	١٣٨	٢٤٣,٤	٩	٣٦٨,٨	١٨٤,٠	٢٤
الثانية	الخرجة	٢٣٥٠	١٨٨	١٦١,١	١٢	٤٢٤,٩	٩٩,٨	٣٨
	تنومة	٢١٠٠	١٠٠	٢٦٤,٧	١٧	٣٦٦,١	١٠٧,٩	٥٩
	الزهران	٢٤٠٠	١٠٠	٢٦٠,٣	١٢	٢٥٩,٠	١٨٦,٣	٢٨
	صح بللحمر	٢٢٠٠	١١٣	٢٣٥,٥	١٥	٣٠٦,٠	١٥٤,٠	٣٥
	سبت العلايا	١٨٥٠	١١٣	٢٠٨,٨	١٢	٣٥٣,١	١٠٠,٥	٥٢
	عالة	٢٤٨٠	١١٨	٢٠٥,٥	١٥	٣١٣,٥	٨١,٠	٦١
	م. بني عمرو	١٢٠٠	١١٥	٢١٣,٥	١٢	١٣٩,١	١٣٤,٣	٣٧
	تندقة	١٩٠٠	١٦٣	١٧٢,٣	١٣	٢٢٢,٩	١٢٨,٤	٢٥
	ظهران الجنوب	٢٠٢٠	١٦٣	١٨١,٦	١٤	٢٥٩,١	١٠٤,٠	٤٣
الثالثة	بني مالك	١٩٨٠	١٠٨	١٣١,٣	١٢	٢١٠,٤	٧٢,٠	٤٥
	يعري	١٨٨٠	١٨٨	١٢١,٥	١١	١٩١,٥	٧٦,١	٣٧
	الملاوين	٢١٥٠	١٤٥	١٢٦,٢	١١	٢٢٠,٠	٦٥,٧	٤٨
	بني ثور	١٧٠٠	١٦٣	٨٠,٩	١٢	١٣٦,٧	٣٩,٠	٥٢
	الخوف	٢٠٦٠	٢٠٠	٨٤,٤	١٤	١٢٩,٥	٣٩,٢	٥٤
	تاجر	٢٣٠٠	١٢٥	٩٣,٧	١٥	١٤٢,٧	٣٧,٠	٦١
	عجير الجنوب	١٦٥٠	١٨٨	١٠٦	١٤	١٥٨,٥	٥٣,٣	٥٠
	أدمة	١٨٥٠	١٣٨	١٣٨	١٠	٢٦٦,٥	٦٦,٨	٥٢
	تبالة	١٠٢٠	٢٠٠	١٠٧,١	١٣	١٦٢,٤	٥٩,٠	٤٥
الرابعة	سراة عبدة	٢٤٠٠	١٧٥	١٢٧,٣	١٠	٢٤٣,٤	٢٦,٧	٥١
	الحني	٢٠٨٠	١٣٠	١١٨,٩	١٥	١٦٤,٤	٦٦,٥	٤٤
	الحيفة	١٠٩٠	٢٢٥	٧٦,٩	١٠	١٣٩,٦	٤٢,٠	٤٥
	أبو حنية	١٦٥٠	١٧٥	٧٠,٧	١١	١١٧,٥	٤٠,٤	٤٣
	بيشة	١٠٢٠	٢٥٠	٧٨,١	١٢	١٢٥,١	٤٢,٩	٤٥
	و. ابن هشيل	١٦٥٠	١٣٣	٦٧,٦	١٢	١٠٨,٩	٣٦,٧	٤٦
	تليلث	٩٧٥	٢٨٨	٦٣,٥	١٣	٩٠,٢	٤٠,١	٣٧
	صمخ	١٤٨٠	٢٥٠	٥٤,٢	١٣	٩١,٠	٢٢,٤	٥٩

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



ولا تتأثر كذلك معدلات الأمطار السنوية بمحطات هذه الفئة بعامل البعد عن البحر الذي يتراوح بين ١٨٨ كم في الحرجة والتي بلغ معدل الأمطار الفعلي فيها ٤٦٣,١ مم وهو معدل قريب من القيمة القصوى لمعدل الأمطار الفعلي لهذه الفئة وبين ١٠٠ كم في كل من الزهراء وتنومة ، وعند مقارنة تأثير عوامل الارتفاع والبعد عن البحر وموقع المحطات في السفوح المواجهة للرياح الرطبة الممطرة على قيم المعدلات السنوية لهذه الفئة نجد أن عامل الارتفاع يحتل الدرجة الأولى في التأثير تليه السفوح المواجهة للرطوبة .

وتقسم مواقع محطات هذه الفئة إلى قسمين: القسم الأول ويقع إلى الشرق من محطات الفئة الأولى ويضم محطات كل من طهران الجنوب والحرجة وتندحة، والقسم الثاني يقع بشكل طولي إلى الشمال الغربي من محطات الفئة الأولى ويضم محطات كل من الزهراء وصباح بلحمر وعباله وتنومة ومركز بني عمرو وسبت العلایا ، وتقع أغلب محطات هذه الفئة على السفوح الشمالية والشمالية الشرقية التي تتأثر كثيراً بالرياح الشمالية الغربية الرطبة، وعلى ارتفاعات قريبة من ارتفاعات الفئة الأولى، عدا محطة مركز بني عمرو وتبعد عن البحر بمسافات متقاربة يبلغ أقصاها عند محطة الحرجة، ويوضح جدول (٤٠) أن معدل نقص الأمطار عن المعدل السنوي المطلق بلغ في هذه الفئة أكثر من (٥٠%) ويتراوح بين (٦١%) كحد أقصى في محطة عباله و(٢٥%) كحد أدنى في محطة تندحة.

#### الفئة الثالثة.

- وتتشكل من (٧) محطات : هي بني مالك ويعرى والماوين وبني ثور والجوف وتاجر وخيبر الجنوب، وتتميز هذه الفئة بالآتي :
- أ - معدلات سنوية مطلقة للأمطار تتراوح بين ١٣١,٣ مم في بني مالك و ٨٠,٩ مم في بني ثور.
  - ب - معدلات سنوية فعلية للأمطار تتراوح بين ٣٦٢,٥ مم في يعرى و ٢٣٥ مم في بني ثور.
  - ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٣٥٢,٩ مم سجلت في عام ١٩٧٦ م بمحطة الماوين و ١٩٧,١ مم سجلت في عام ١٩٨٦ م بمحطة الجوف.
  - د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١٥,٥ مم سجلت في عام ١٩٧٠ م بمحطة يعرى و ١,٢ مم سجلت في عام ١٩٧٧ م بمحطتي تاجر وبني ثور.

وتتأثر معدلات الأمطار السنوية في بعض محطات هذه الفئة بعامل الارتفاع حيث تتراوح ارتفاعات المحطات بين ٢٣٠٠ م في محطة تاجر و ١٧٠٠ م في محطة بني ثور التي تقع على السفوح الشمالية الغربية المواجهة للرياح الرطبة التي سجلت القيم الصغرى للمعدلات

السنوية المطلقة والفعلية للأمطار. ويقل أثر البعد عن البحر على محطات هذه الفئة التي تقع بالنسبة للبحر على مسافة تتراوح بين ٢٠٠ كم في الجوف و ١٠٨ كم في بني مالك حيث سجلت القيم القصوى للمعدل الفعلي للأمطار في محطة يعري التي تقع على بعد ١٨٨ كم من البحر وهي مسافة قريبة من المسافة القصوى الفاصلة بين محطات هذه الفئة وخط الساحل للبحر والتي تبلغ ٢٠٠ كم.

وفي هذه الفئة يتداخل تأثير عاملي الارتفاع وموقع المحطات في السفوح المواجهة للرياح الرطبة على قيم معدلات الأمطار السنوية. وتتأثر تغيرات المعدلات السنوية للأمطار بعامل الارتفاع والسفوح المواجهة للرياح الرطبة، وتقع جميع محطات هذه الفئة على السفوح الشمالية والشمالية الغربية الرطبة على شكل نصف دائرة من موقع محطات الفئة الأولى في اتجاه الشمال الشرقي، وعلى ارتفاعات تلي ارتفاعات محطات الفئة الثانية، وعلى مسافات بعيدة عن البحر بالنسبة لمواقع محطات الفئتين الأولى والثانية. ويستمر معدل نقص الأمطار في محطات هذه الفئة عن المعدل السنوي المطلق كما كان في محطات الفئة السابقة حيث يصل إلى أكثر من (٥٠%) ويتراوح هذا النقص بين (٦١%) كحد أقصى في محطة تاجر و (٣٧%) كحد أدنى في محطة يعري جدول (٤٠).

#### الفئة الرابعة.

- وتتشكل من (٤) محطات: هي أدمة وتباله وسراة عبيدة والحني وتتميز هذه الفئة بالآتي :
- أ - معدلات سنوية مطلقة للأمطار تتراوح بين ١٣٨,١ مم في أدمة و ١٠٨,٤ مم في تباله.
  - ب- معدلات سنوية فعلية للأمطار تتراوح بين ٢٥١,٨ مم في تباله و ١٥٩,٤ مم في الحني.
  - ج- أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٤٨٢,٨ مم سجلت في عام ١٩٨٩ م بمحطة أدمة و ٢٨٦,٥ مم سجلت في عام ١٩٩٧ م بمحطة الحني.
  - د- أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١٣,٨ مم سجلت في عام ١٩٩٦ م بمحطة الحني و ٠,٢ مم سجلت في عام ١٩٩١ م بمحطة سراة عبيدة.

ويلاحظ على محطات هذه الفئة عدم تأثرها بعامل الارتفاع الذي يتراوح بين ٢٤٠٠ م في سراة عبيدة و ١٠٢٠ م في تباله. حيث تقع محطة سراة عبيدة على أقصى ارتفاع في الفئة ٢٤٠٠ م إلا أن معدل الأمطار المطلقة السنوية والفعلية لم يتجاوز ١٢٨ مم و ١٩٠ مم على التوالي، وقد يعزى ذلك لموقعها في مناطق ظل المطر بالنسبة لسراة اليمن التي تفوقها في الارتفاع حيث تصل إليها الرياح الرطبة وقد أفرغت ما بها من حمولة على غيرها من المناطق. ولا تتأثر كذلك محطات هذه الفئة بعامل البعد عن البحر الذي يتراوح بين ٢٠٠ كم في تباله و ١٣٠ كم في الحني، حيث بلغت القيمة العظمى للمعدلات الفعلية في تباله التي تقع على أقصى

بعد ٢٠٠ كم عن البحر، وقد يعزى ذلك لموقع المحطة في السفوح المواجهة للرياح الشمالية الغربية الرطبة، وتقع محطات هذه الفئة على السفوح الشمالية الغربية والشمالية. وتتباين تأثيرات العوامل الآتية الذكر على تغيرات قيم معدلات الأمطار السنوية في محطات هذه الفئة، إلا أننا نجد عامل موقع المحطات في السفوح المواجهة للرطوبة يحتل المركز الأول بين العوامل الثلاثة.

وتقع محطات هذه الفئة على أبعاد مختلفة من بعضها البعض، حيث توجد اثنتان منها في أقصى الشمال الغربي من منطقة عسير هما محطتا تبالة وأدمة واثنتان منها في الجنوب الغربي في وسط الدائرة التي تتشكل من محطات الفئتين الأولى والثالثة وهما محطتا سراة عبيدة والحنى. وتقع محطات الشمال الغربي على ارتفاعات أقل من محطات الجنوب الغربي نظراً لزيادة الارتفاع في السراة كلما اتجهنا جنوباً، كما أن المحطات الشمالية تقع على مسافات أبعد من مسافات المحطات الجنوبية عن البحر. وتمثل المحطات الشمالية القيم العظمى للمعدلات المطلقة والفعالية والقيم القصوى للأمطار السنوية بسبب موقعها في السفوح المواجهة للرياح الشمالية والشمالية الغربية الرطبة أكثر من المحطات الجنوبية كمحطة سراة عبيدة التي تقع في منطقة ظل المطر بالنسبة لسراة اليمن ومحطة الحنى التي تقع على السفوح الشمالية البعيدة عن تأثير الرياح الرطبة لمواقعها الجنوبية، ورغم استمرارية معدل نقص الأمطار عن المعدل السنوي المطلق بأكثر من (٥٠%) في محطات هذه الفئة إلا أنه متجانس بين محطاتها أكثر من غيرها من الفئات السابقة ويتراوح معدل النقص بين (٥٢%) كحد أقصى في محطة أدمة و(٤٤%) كحد أدنى في محطة الحنى. جدول (٤٠).

#### الفئة الخامسة.

وتتشكل من (٦) محطات: هي الحيفة وأبو جنية وبيشة ووادي ابن هشبل و تنليلث وصمخ وتتميز هذه الفئة بالآتي:

- أ - معدلات سنوية مطلقة للأمطار تتراوح بين ٧٨,١ مم في بيشة و ٥٤,٢ مم في صمخ.
- ب- معدلات سنوية فعلية للأمطار تتراوح بين ١٥٠,٤ مم في الحيفة و ١٠٤,٦ مم في صمخ.
- ج- أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٩٣,٠ مم سجلت في عام ١٩٧٥ م بمحطة الحيفة و ١٢٠,٢ مم سجلت في عام ١٩٧٧ م بمحطة تنليلث.
- د- أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١٢,٦ مم سجلت في عام ١٩٧٣ م بمحطة تنليلث و ١,٠ مم سجلت في عام ١٩٩٣ م بمحطة صمخ.

وتتأثر قيم معدلات الأمطار السنوية لمحطات هذه الفئة بشكل كبير بعامل الارتفاع و تقع محطات هذه الفئة على ارتفاعات تتراوح بين ١٦٥٠ م في كل من محطة أبو جنية و وادي ابن هشبل وبين ٩٧٥ م في محطة تنليث ، وعلى مسافات متباينة بالنسبة للبعد عن البحر تتراوح بين ٢٨٨ كم في محطة تنليث و ١٣٣ كم في محطة وادي ابن هشبل، ويبدو موقع محطات هذه الفئة من أقل العوامل تأثيراً على تغيرات قيم المعدلات السنوية للأمطار، علماً بأن أغلب هذه المحطات يقع على السفوح الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة المرتفعات على الهضبة الداخلية المظاهرة لتأثيرات الرياح الرطبة والمعروفة بـ (مناطق ظل المطر) وعلى أبعاد قصوى بالنسبة للبحر وارتفاعاتها متقاربة عدا محطتي أبو جنية و وادي ابن هشبل اللتين تتخذان موقعين في الوسط بالنسبة لمواقع محطات هذه الفئة وبمسافة أقل منهما للبحر. وتمثل هذه الوضعية التضاريسية بالنسبة لهذه الفئة أقل المناطق مطراً لأنها تعتبر منطقة ظل المطر بالنسبة لتأثيرات الرياح الرطبة . ويستمر معدل نقص الأمطار عن المعدل السنوي المطلق لهذه الفئة بالزيادة عن الفئة السابقة ويتراوح بين (٥٩%) كحد أقصى في محطة صمخ و(٣٧%) كحد أدنى في محطة تنليث. جدول (٤٠).

#### المعدلات السنوية المطلقة والفعلية المقدرة للمحطات.

ومن خلال ما تقدم يتضح أن تغيرات معدلات الأمطار السنوية تتأثر بدرجات متفاوتة من محطة لأخرى بكل من عامل الارتفاع والبعد عن البحر والسفوح المعرضة للرطوبة ، ولكن يظل عامل الارتفاع هو العامل الأكثر تأثيراً على تغيرات معدلات الأمطار السنوية بمحطات منطقة الدراسة، يليه عامل السفوح المواجهة للرياح الرطبة، ثم عامل البعد عن البحر . ومما تقدم يمكن تصنيف المحطات في جميع الفئات السنوية لمنطقة الدراسة اعتماداً على معدلات الأمطار السنوية كالتالي:

#### ١ - المعدل السنوي المطلق المقدر للمحطة بمنطقة الدراسة =

المجموع التراكمي للمتوسطات المطلقة السنوية للأمطار لجميع المحطات خلال (٢٨) سنة

$$\frac{6418,8 \text{ مم}}{35} = 183,4 \text{ مم/سنة/محطة} \quad \text{محطة ٣٥}$$

#### ٢ - المعدل السنوي الفعلي المقدر للمحطة بمنطقة الدراسة =

المجموع التراكمي للمتوسطات الفعلية السنوية للأمطار لجميع المحطات خلال (٢٨) سنة

$$\frac{10622,6}{35} = 303,5 \text{ مم/سنة/محطة} \quad \text{محطة ٣٥}$$

وبناء على ما تقدم يكون عدد المحطات المطيرة بمنطقة الدراسة كل المحطات التي تجاوزت فيها المعدلات السنوية المطلقة للأمطار معدل ١٨٣,٤ مم/سنة والمعدلات السنوية الفعلية للأمطار معدل ٣٠٣,٥ مم/سنة وعليه يكون عدد المحطات المطيرة بناء على المعدل السنوي المطلق والفعلي للمنطقة جدول (٤١).

والجدول السابق يدل على ما يلي :

١. يبلغ عدد المحطات التي تجاوزت معدلاتها السنوية المطلقة المعدل السنوي المطلق المقدر للأمطار المحطة بالمنطقة خلال ١٩٧٠-١٩٩٧م، (١٥) محطة، بالإضافة إلى (٢٠) محطة أخرى معدلاتها السنوية المطلقة أقل من المعدل السنوي المطلق المقدر. وتوزع المحطات التي تجاوزت معدلاتها السنوية المطلقة للأمطار المعدل السنوي المطلق للمحطة خلال فترة الدراسة كالتالي :

- ٨ محطات على السفوح الشمالية.
- ٣ محطات على السفوح الشرقية.
- ٢ محطة على السفوح الشمالية الشرقية.
- محطة واحدة على السفوح الغربية.
- محطة واحدة على السفوح الجنوبية.

٢. يبلغ عدد المحطات التي تجاوزت معدلاتها السنوية الفعلية المعدل السنوي الفعلي المقدر للأمطار المحطة بالمنطقة (١٥) محطة، خلال الفترة من يناير ١٩٧٠م إلى ديسمبر ١٩٩٧م بالإضافة إلى (٢٠) محطة أخرى معدلاتها السنوية الفعلية أقل من المعدل السنوي الفعلي المقدر.

وتوزع المحطات التي تجاوزت معدلاتها السنوية الفعلية للأمطار المعدل السنوي الفعلي للمحطة خلال فترة الدراسة كالتالي :

- ٣ محطات على السفوح الشرقية.
- ٥ محطات على السفوح الشمالية.
- ٣ محطات على السفوح الشمالية الشرقية.
- محطة واحدة على السفوح الجنوبية.
- محطة واحدة على السفوح الغربية.
- ٢ محطة على السفوح الشمالية الغربية.

## جدول (٤١)

المحطات المطيرة التي تفوق معدلاتها المطلقة والفعلية المعدل السنوي المطلق والفعلي  
المقدر في المحطة بالمنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

المحطة	م/الأمطار المطلق/مم م/القياسي = ١٨٣,٤	المحطة	م/الأمطار الفعلي/مم م/القياسي = ٣٠٣,٥
أبها	٢٩٦,٨	أبها	٣٧٨,٧
آل عامر	٢٩١,٣	آل عامر	٤٠٨,١
بللسمر	٣٠٢,٦	بللسمر	٥٠١,٦
تمنية	٣٨٥,٠	بني مالك	٣٤٤,٤
تنومة	٢٦٤,٧	تاجر	٣٠٤,٧
الزهراء	٢٦٠,٣	تمنية	٥٣٤,٨
خميس مشيط	٢٤٣,٤	تنومة	٤٩٢,١
سرلعصان	٢٦٤,٨	الزهراء	٤٣٠,٥
السودة	٣٣٢,٩	الحرية	٤٦٣,١
سبت العليا	٢٠٨,٨	السودة	٥١٣,٢
صبح بللحمر	٢٣٥,٥	صبح بللحمر	٣٣٦,٥
عبالة	٢٠٥,٥	علكم	٤٤٧,٣
علكم	٣٣٢,٧	الماوين	٣٥٧,٢
م. بني عمرو	٢١٣,٥	النماص	٤٧٤,٩
النماص	٤١٨,٣	يعري	٣٦٢,٥

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا  
والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

٣. يبلغ المجموع التراكمي للمعدلات السنوية المطلقة المقدرة لأمطار هذه المحطات ٢٥٦,١ مم والمجموع التراكمي للمعدلات السنوية الفعلية المقدرة للأمطار في هذه المحطات ٦٣٤٩,٦ مم أي ما يعادل على التوالي ٦٦,٣% و ٥٩,٨% من مجموع الأمطار الساقطة على المنطقة الجبلية بعسير التي تمثلها منطقة الدراسة.

٤. تشكل أمطار الربيع بهذه المحطات أعلى كميات الأمطار المسجلة خلال فترة الدراسة بمعدلات فعلية تتراوح بين ٢٦٤,٦ مم في محطة بللسمر و ١١٩,٤ مم في محطة بني مالك وبمعدلات مطلقة تتراوح بين ٢٠٥,٨ مم في محطة بللسمر و ١١١,٧ مم في محطة خميس مشيط ملحق (و).

٥. تمثل أمطار الربيع نسباً تتراوح على التوالي بين ٥٣% و ٣٥% من مجموع الأمطار الفعلية السنوية لمحطتي بللسمر وبني مالك، ونسباً تتراوح على التوالي بين ٦٨% و ٤٦% من مجموع الأمطار المطلقة السنوية لمحطتي بللسمر وخميس مشيط.

٦. عند مقارنة نسبة الأمطار الفعلية والأمطار المطلقة لفصل الربيع بالمجموع السنوي للأمطار المسجلة في المحطات المذكورة مع مثيلاتها المسجلة على مستوى جميع محطات منطقة الدراسة نلاحظ أن :

— هناك ٨ محطات من ١٥ محطة تتراوح فيها النسبة بين المعدل الفعلي للأمطار الربيع ومجموع المعدل السنوي بين ٣٥% و ٤٢% في حين تصل هذه النسبة على مستوى منطقة الدراسة إلى ٤٤%.

— هناك ٨ محطات أيضاً من ١٥ محطة تتراوح فيها النسبة بين المعدل المطلق للأمطار الربيع ومجموع المعدل السنوي بين ٤٣% و ٤٩% في حين تصل هذه النسبة إلى ٥٦,٥% على مستوى منطقة الدراسة.

٧. نلاحظ أن هناك تماثلاً كبيراً بين نسبة المجموع التراكمي للمحطات المذكورة إلى نسبة المجموع التراكمي للأمطار السنوية لجميع محطات الدراسة من جهة، ونسبة أمطار فصل الربيع إلى مجموع الأمطار السنوية المسجلة في المحطات المذكورة.

وبالنظر في شكل (٥٤ أ - ب) نجد الآتي:

أ- يتأثر المعدل السنوي للأمطار بعدد السنوات الجافة التي لم تسجل خلالها أي كمية أمطار بمحطات منطقة الدراسة بنسبة ٣٠,٧% كما تدل قيمة العلاقة الموجودة بين المعدل السنوي المطلق والمعدل السنوي الفعلي للأمطار.

ب- تزيد قيمة العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الفصلي المطلق الأقصى (٠,٨٧٢٩) شكل (٥٦) عن مثيلتها بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الفصلي الفعلي الأقصى (٠,٨٠٣٥) شكل (٥٥).

ج- تتقارب قيمة العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الشهري المطلق الأقصى (٠,٧٩٨٦) شكل (٥٧) مع قيمة العلاقة بين المعدل السنوي المطلق والمعدل الفصلي الفعلي الأقصى للأمطار (٠,٨٠٣٥) شكل (٥٥)، مما يدل على أن أمطار فصل الربيع الذي يعتبر أكثر الفصول هطولاً لا تتعدى فترات هطولها شهراً واحداً.

د- تتقارب قيمة العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الشهري المطلق الأقصى (٠,٧٩٨٦) شكل (٥٧)، وبين معدل الأمطار الشهري الفعلي الأقصى ومعدل الأمطار السنوي الفعلي (٠,٧٨٦٢) شكل (٥٩) وهذا يدل على أن الشهر المطير في معدلات الأمطار السنوية المطلقة هو نفس الشهر المطير في معدلات الأمطار السنوية الفعلية.

هـ- تزيد قيمة العلاقة بين معدل الأمطار الشهري الفعلي الأقصى ومعدل الأمطار السنوي الفعلي (٠,٧٨٦٢) شكل (٥٩) عن مثيلتها بين معدل الأمطار الشهري الفعلي الأقصى ومعدل الأمطار السنوي المطلق (٠,٦٩٦٦) شكل (٥٨).

و- تبلغ قيمة العلاقة أقصاها بين المعدل السنوي الفعلي والمعدل الفصلي الفعلي الأقصى (٠,٩١٤٩) شكل (٦٠)، مما يدل على التركيز في الزمن الذي يميز نظام هطول الأمطار بمنطقة الدراسة.

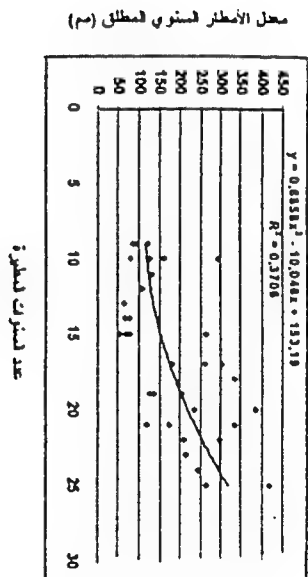
وبالنظر في الشكلين (٦١ - ٦٢) للتوزيع المكاني لمعدلات الأمطار السنوية المطلقة

والفعلية يتضح الآتي :

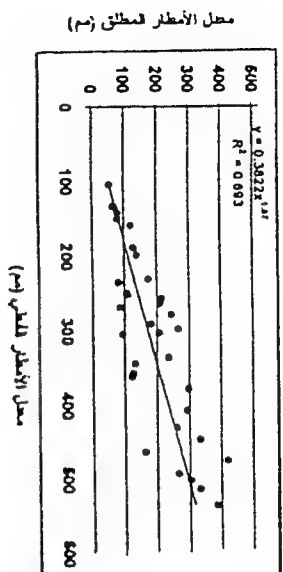
- يتماثل التوزيع المكاني لخطوط الأمطار المتساوية بحيث تتناقص معدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية من الغرب نحو الشرق مع تناقص وانخفاض ارتفاعات التضاريس.
- تتراوح معدلات الأمطار المطلقة السنوية بين (٤١٨,٣) مم بمحطة النماص على ارتفاع (٢٦٠٠) م، (٥٤,٢) مم بمحطة صمخ على ارتفاع (١٤٨٠) م.
- تتراوح معدلات الأمطار الفعلية السنوية بين (٥٣٤,٨) مم بمحطة تمنية على ارتفاع (٢٣٠٠) م، (١٠٤,٦) مم بمحطة صمخ على ارتفاع (١٤٨٠) م.



شكل (٥٤) بين عدد السنوات الممطرة ومعدل الأمطار السنوي المطلق بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧ م

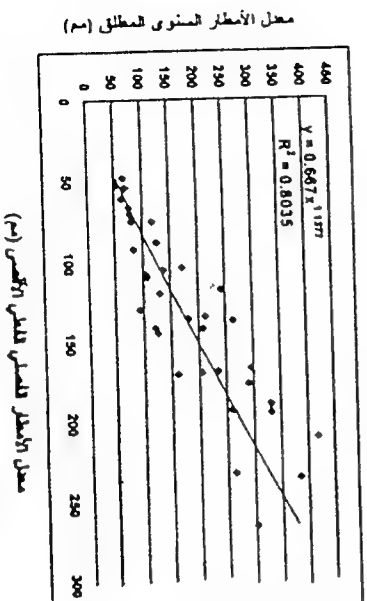
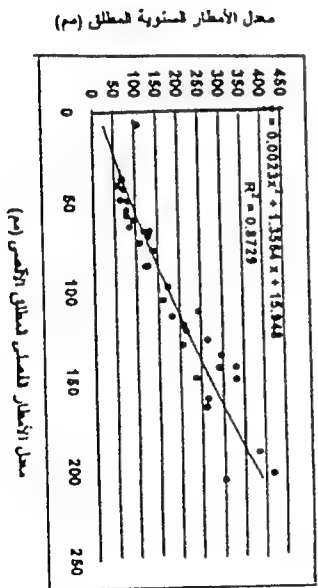


شكل (٥٤) بين معدل الأمطار السنوي الفعلي ومعدل الأمطار السنوي المطلق بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧ م



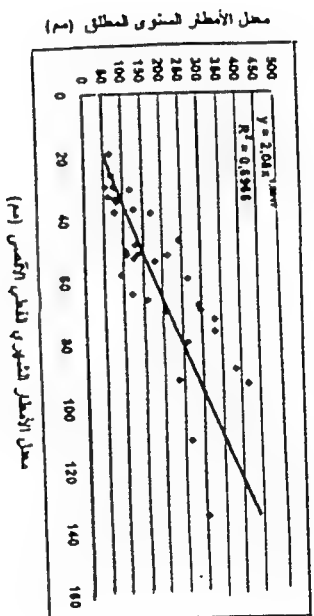
شكل (٥٤) العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الفعلي المطلق الأقصى بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧ م

شكل (٥٥) العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الفعلي المطلق الأقصى بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧ م

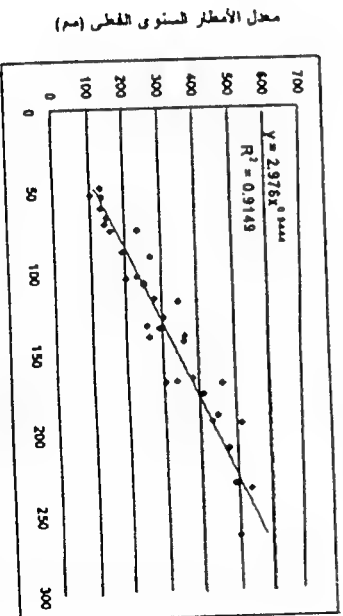


المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

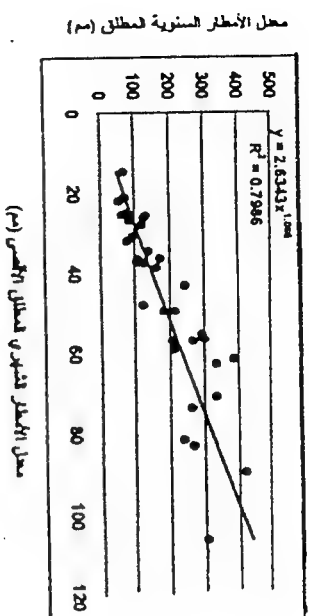
شكل (٥٨)  
العلاقة بين المعدل الشهري للمطر الأقصى والمعدل السنوي المطلق للأمطار بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧ م



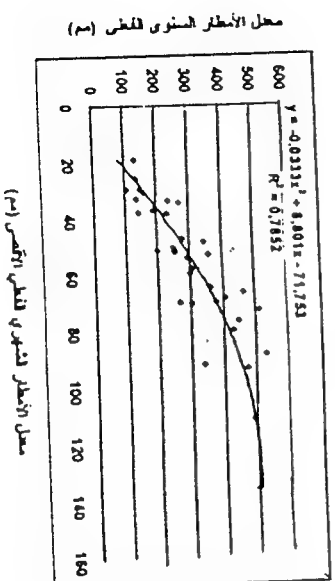
شكل (٥٩)  
العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الفصلي المظم بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧ م



شكل (٥٧)  
العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الشهري المطلق الأقصى بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧ م



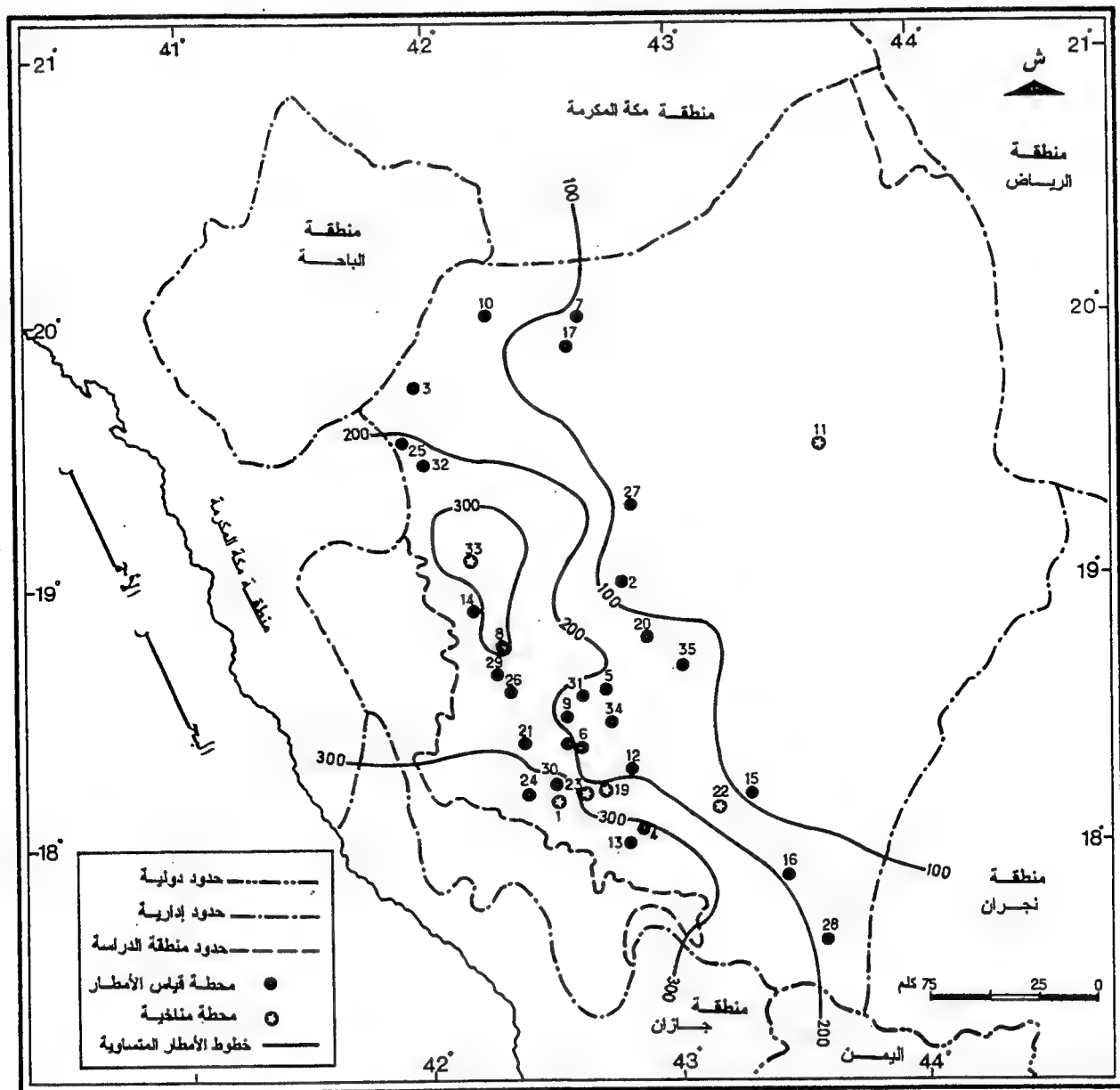
شكل (٥٩)  
العلاقة بين معدل الأمطار الشهري المظم الأقصى ومعدل الأمطار السنوي المظم بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧ م



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والبيئة قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

## شكل (٦١)

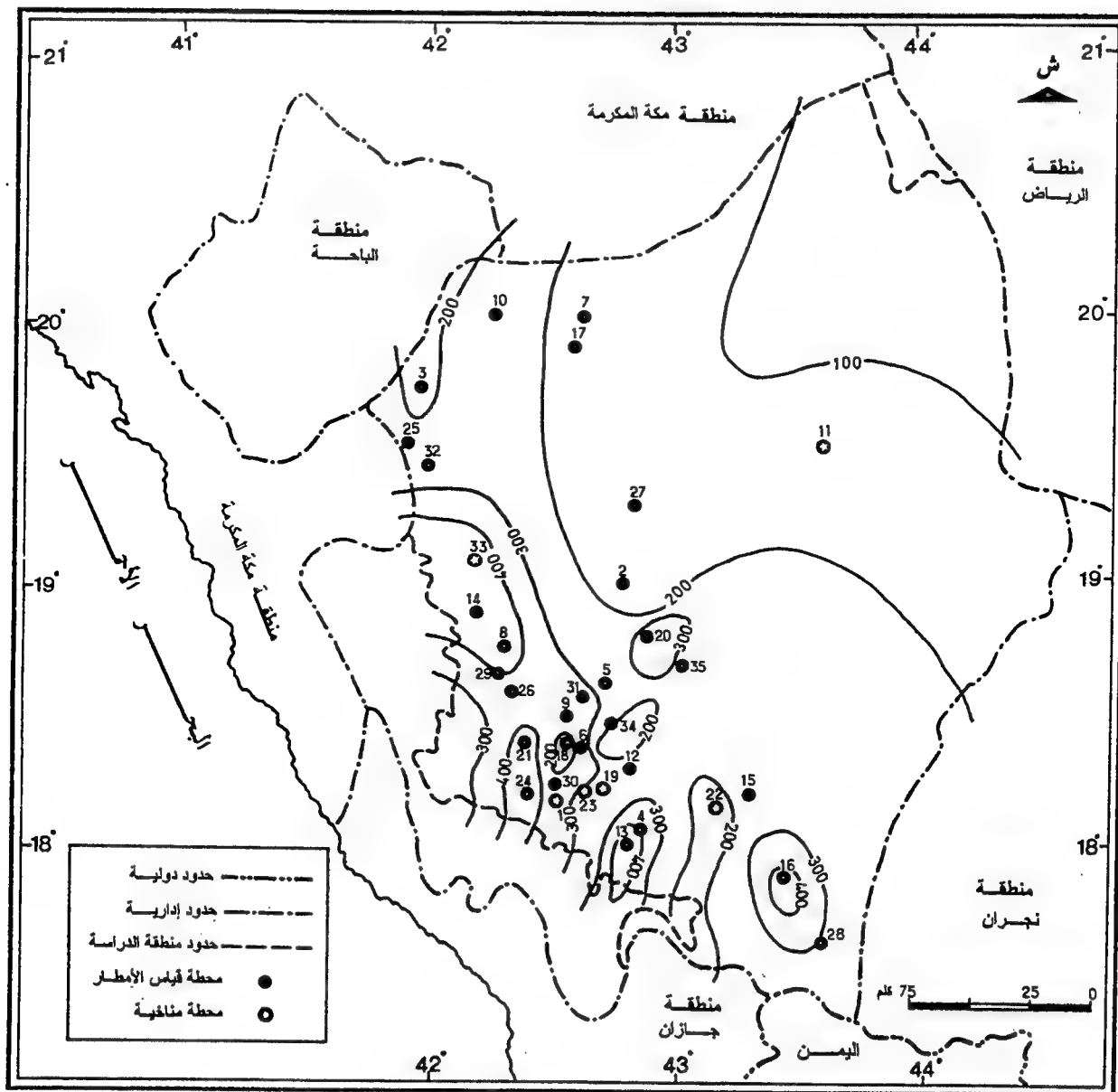
معدل الأمطار السنوية (المطلقة) في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

## شكل (٦٢)

معدل الأمطار السنوية (الفعلية) في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

- تصل معدلات الأمطار الفعلية السنوية أقصاها بما يعادل (٥٣٤,٨) مم بمحطة تمنية على ارتفاع (٢٣٠٠) م، وتصل معدلات الأمطار المطلقة السنوية أقصاها بما يعادل (٤١٨,٣) مم بمحطة النماص على ارتفاع (٢٦٠٠) م، وتعكس هذه التباينات المكانية تباينات التوزيع الزمني لعدد السنوات الممطرة وعدد السنوات الجافة غير المتجانسة في محطات المنطقة الجبلية بعسير.
  - يتزايد تدريجياً الفارق بين معدلات الأمطار الفعلية السنوية كلما اتجهنا غرباً مع تزايد ارتفاعات التضاريس، مما أدى إلى زيادة عدد خطوط الأمطار الفعلية المتساوية المناسب لزيادة معدلاتها مع الارتفاع التدريجي المتراد للتضاريس.
- التغيرات الفصلية للأمطار.

يتأثر التوزيع الفصلي للأمطار في المنطقة الجبلية بعسير بإقليمين مناخيين متباينين في خصائصهما هما إقليم مناخ البحر الأبيض المتوسط شمالاً وما يصاحبه من منخفضات جوية تغزو المنطقة في فصلي الشتاء وبداية الربيع، وبالمناخ الموسمي جنوباً وما يصاحبه من تيارات جنوبية غربية ممطرة صيفاً. ويرتبط التغير الفصلي للأمطار في المنطقة الجبلية بعسير بعامل الارتفاع والسبع عن البحر وبموقع المحطات في السفوح المواجهة للرياح الرطبة، كما يلعب انخفاض درجات الحرارة دوراً مهماً في تقليل نشاط التبخر وزيادة الرطوبة في الجو، مما يساعد على زيادة عملية التكاثف. وتؤثر كل تلك العوامل، بصورة مباشرة أو غير مباشرة، على توزيع الأمطار في مختلف فصول السنة وعلى نسبة إسهام معدل أمطار كل فصل في المعدل السنوي للأمطار في كل محطة. ومن خلال جدول (١٠) السابق يمكننا ترتيب الفصول حسب نسبة إسهامها في المعدل السنوي للأمطار المطلقة والفعلية.

ورغم تفاوت نسب إسهام الفصول في المعدل السنوي سواء على مستوى المعدلات المطلقة أو الفعلية بين محطات الدراسة ملحق (و) إلا أننا نجد أن نسبة إسهام فصل الربيع للمعدل السنوي للأمطار لمختلف القيم تحتل المرتبة الأولى وهي كالتالي:

- أ - نسبة إسهام مطلقة تتراوح بين (٧٦%) كحد أقصى في محطة الجوف و(٤٣%) كحد أدنى في محطة السودة بالنسبة لجميع محطات الدراسة للفئات الفصلية الأربع.
- ب - نسبة إسهام فعلية تتراوح بين (٥٦%) كحد أقصى في محطة عبالة و(٣٢%) كحد أدنى في محطة بني ثور لجميع محطات الدراسة للفئات الفصلية الأربع .

وبناءً على ما سبق تفوق نسبة إسهام أمطار فصل الربيع نسب إسهام بقية الفصول، وتتأثر معدلات الأمطار في فصل الربيع كثيراً بعامل الارتفاع وعامل مواقع المحطات في السفوح المواجهة للرياح الرطبة كالسفوح الشمالية والشرقية التي تتعرض لغزو المنخفضات

الشتوية المتأخرة وكذلك بالعواصف الرعدية التي يظهر نشاطها في هذا الفصل. وعليه نجد المحطات الأكثر ارتفاعاً والتي تقع على العروض الشمالية بالنسبة للمنطقة الجبلية بعسير هي التي تزداد فيها كميات الأمطار الربيعية كمحطتي بللسمر والنماص والعكس من ذلك بالنسبة لمحطات الهضبة الداخلية التي تقل فيها معدلات الأمطار مثل محطات تثليث وصمخ وبيشة بسبب انخفاضها وموقعها في ظل المطر بالنسبة لمرتفعات السروات التي تعمل على حجز الرياح الشمالية الغربية الرطبة عنها. وعليه نجد أن كميات الأمطار لفصل الربيع تأخذ بالزيادة في الجهات الشمالية الغربية ثم تقل تدريجياً كلما اتجهنا نحو الداخل ونحو الجهات الجنوبية الشرقية. ونرى أن هناك زيادة في بعض المحطات ذات العروض الجنوبية المرتفعة والقريبة من نفوذ الرياح الجنوبية الغربية الرطبة مثل محطتي ظهران الجنوب والحرجة. كما يلاحظ أن ارتفاع نسبة أمطار فصل الربيع المطلقة في بعض المحطات يتبعه ارتفاع في المعدل السنوي للأمطار مما يدل على الارتباط المباشر لهذا الأخير (المعدل السنوي) بقيم معدلات أمطار فصل الربيع ، كما لوحظ في محطتي الجوف وعبالة حيث بلغ معدل الأمطار القصوى المطلقة والفعالية ٦٣,٨ مم و ١٦٩,٠ مم على التوالي.

\* تأتي نسبة إسهام فصلي الشتاء والصيف بالمعدل السنوي للأمطار المطلقة والفعالية في الأهمية بعد فصل الربيع بالتناوب من حيث التأثير بالنسبة للمعدلات وعدد المحطات على مستوى منطقة الدراسة، ولكن يبرز بعض التباين الطفيف على مستوى بعض المحطات داخل الفئة الواحدة أكثر من مستوى المنطقة، وعليه تكون نسبة إسهام فصل الشتاء بالمعدل السنوي للأمطار كالتالي :

- أ - نسبة إسهام مطلقة تتراوح بين (٣٣%) كحد أقصى في محطة أدمة و(٥%) كحد أدنى في محطة بني ثور.
- ب - نسبة إسهام فعلية تتراوح بين (٣٥%) كحد أقصى في محطة أبو جنية و(١٢%) كحد أدنى في محطة علكم.

وتتأثر معدلات أمطار فصل الشتاء كثيراً بعوامل الارتفاع والبعد عن البحر، بإستثناء البعض، كما تتأثر بمواقع المحطات في السفوح المواجهة للرياح الرطبة الشمالية الغربية، حيث يلاحظ أن كثيراً من المحطات التي تتأثر بتلك العوامل ترتفع فيها معدلات الأمطار الشتوية المطلقة أو الفعالية على السواء ، مثل محطة مركز بني عمرو والسودة وسر لعصان والنماص وأبها وبللسمر مقارنة بالمحطات الأخرى.

وتتأثر الأمطار الشتوية أيضاً بقوة المنخفضات الجوية وبعدها، وهي تفوق كميات الأمطار لفصلي الصيف والخريف خاصة في المحطات المرتفعة وذات العروض الشمالية،

وتأتي معدلات أمطار فصل الشتاء في الأهمية بعد معدلات أمطار فصل الربيع والصيف بالنسبة للمنطقة الجبلية بعسير حيث ترتفع في فصل الشتاء كميات الأمطار نظراً لانخفاض درجة الحرارة الناجمة عن الارتفاع التضاريسي بشكل ملحوظ، وهذا يساعد على زيادة تكاثف بخار الماء، بالإضافة لانخفاض قيم التبخر. وبصورة عامة تأخذ معدلات الأمطار الشتوية في الزيادة بالمحطات المرتفعة ذات العروض الشمالية مما يؤدي إلى اختلاف تأثير التيارات الشمالية الغربية بين أجزاء الإقليم، فالأجزاء الجنوبية من عسير تقع بعيداً عن تأثير الأمطار الشتوية الديناميكية القادمة من البحر الأبيض المتوسط عكس الأجزاء الشمالية التي تعتبر قريبة من تأثير الأمطار الشتوية، هذا علاوة على أن الجهة الشرقية من منطقة عسير المعروفة بالهضبة الداخلية تقع خلف السروات المرتفعة، مما يجعلها غير مواجهة للتيارات الشمالية الغربية بصورة مباشرة. وعليه تقل معدلات الأمطار في هذا الفصل بالنسبة للمحطات الداخلية مثل صمخ وبيشة وتثليث والجوف وبنى ثور بالنسبة للمعدلات المطلقة.

\* تأتي نسبة إسهام فصل الصيف بالمعدل السنوي للأمطار كالتالي :

- أ - نسبة إسهام منطقة تتراوح بين (٣٦%) كحد أقصى في محطة علكم و(٠,٢%) كحد أدنى في محطة تثليث.
- ب - نسبة إسهام فعلية تتراوح بين (٣٠%) كحد أقصى في كل من محطة علكم و يعرى والجوف و(٦%) كحد أدنى في محطة تثليث.

وترتفع معدلات أمطار فصل الصيف في المحطات التي تقع على ارتفاعات كبيرة في العروض الجنوبية بالنسبة لمنطقة عسير وهي المناطق التي تخضع لتأثيرات الرياح الجنوبية الغربية الممطرة. وتقل كثيراً معدلات الأمطار المطلقة والفعلية في فصل الصيف عن فصلي الشتاء والربيع في بعض المحطات حتى تصل إلى أدنى المعدلات بالنسبة للقيم المطلقة في المناطق الداخلية بالأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة عسير في كل من محطة تثليث و أبوجنية و بيشة وصمخ والحيفة وتباله وأدمة، ويعزى هذا الانخفاض إلى عاملي بُعد المحطات عن تأثيرات الرياح الجنوبية الغربية وقلة ارتفاع البعض منها، بالإضافة إلى وقوعها في شرق المرتفعات التي تمثل منطقة ظل المطر بالنسبة للتيارات السابقة. وعلى العكس من ذلك يعد فصل الصيف الفصل المطير في المحطات التي تقع على العروض الجنوبية لأنها تخضع مباشرة لتأثير الرياح الجنوبية الغربية الرطبة مثل علكم والسودة وتمنية بالنسبة للقيم المطلقة والفعلية ومحطة يعرى والحرجة بالنسبة للقيم الفعلية حيث تجاوز معدل الأمطار ١٠٠ مم.

- \* وأخيراً تأتي نسبة إسهام فصل الخريف بالمعدل السنوي للأمطار أدنى النسب كالتالي :
- أ - نسبة إسهام مطلقة تتراوح بين (١٣%) كحد أقصى في محطة الزهراء و(٤%) كحد أدنى في كل من محطة أدمه وبني مالك والجوف.
- ب - نسبة إسهام فعلية تتراوح بين (٢٩%) كحد أقصى في محطة بني ثور و(٥%) كحد أدنى في محطة أدمه.

وتتأثر معدلات أمطار فصل الخريف بعوامل الارتفاع وموقع المحطات في السفوح الشمالية أو الغربية المواجهة لتأثيرات الرياح الرطبة . وتمثل معدلات فصل الخريف أقل المعدلات لكميات الأمطار في جميع المحطات للقيم المطلقة بشكل ملحوظ، وتتسم تغيرات معدلات الأمطار لفصل الخريف بنوع من التركيز في الزمن كما تعكسه الفوارق الكبيرة بين المعدلات المطلقة والمعدلات الفعلية.

كما تتأثر معدلات الأمطار في فصل الخريف بمنخفضات البحر الأبيض المتوسط المبكرة ومنخفض السودان بالإضافة لعامل الارتفاع لبعض المحطات ومواقعها في السفوح المواجهة لتأثيرات الرياح الرطبة حيث نجد أكثر المحطات التي تتميز بارتفاع المعدل الفعلي للأمطار الخريف تقع على ارتفاعات كبيرة في السفوح الشمالية والشمالية الشرقية. وبصورة عامة تزداد معدلات الأمطار في هذا الفصل بالمحطات ذات السفوح الشمالية أكثر من مثيلاتها بالمحطات ذات السفوح الجنوبية .

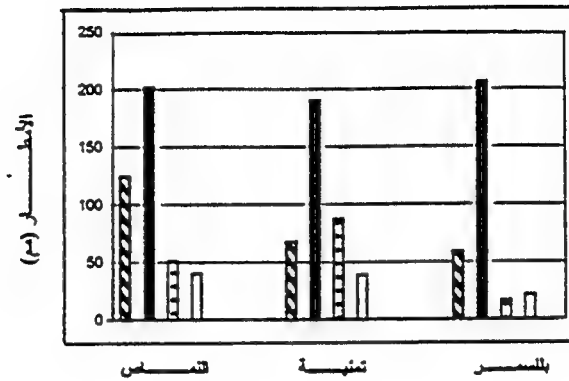
ويتضمن التوزيع الفصلي لقيم معدلات الأمطار أربع فئات، تم تحديدها على معيارين مهمين هما :

- ١- الترتيب التنازلي لمعدلات الأمطار الفصلية المطلقة في جميع المحطات.
- ٢- مقياس التمثيل البياني المتجانس للمعدلات الفصلية المطلقة لكل المحطات للحصول على فئات المحطات بيانياً شكل (٦٣)، كما اعتمدنا على بيانات ملحق (ز) وهي : المعدلات الفعلية للأمطار الفصلية، الأمطار القصوى الفصلية، الأمطار الصغرى الفصلية، علاقة المعدل المطلق للأمطار الفصلية بالمعدل السنوي للأمطار، علاقة المعدل الفعلي للأمطار الفصلية بالمعدل السنوي للأمطار، في تحديد خصائص فئات المحطات المصنفة فصلياً اعتماداً على المعدلات الفصلية المطلقة للأمطار الفترة المدروسة كالتالي.

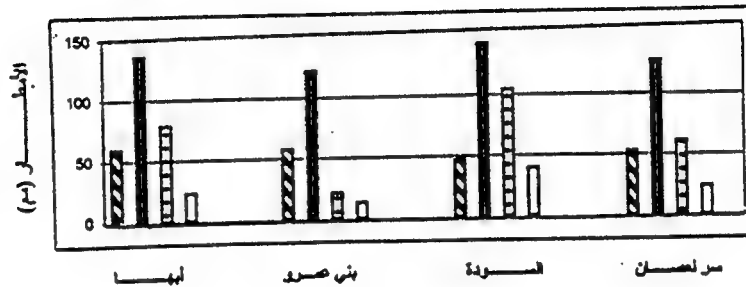
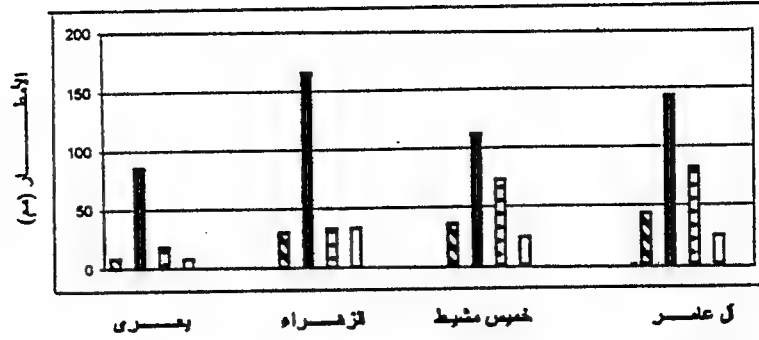
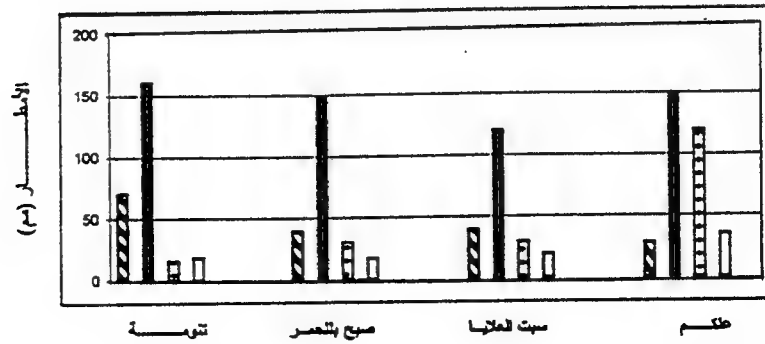


شكل (٦٣)  
التغيرات الفصلية للأمطار بالمحطات المناخية  
ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧ م.

قائمة الأراضي

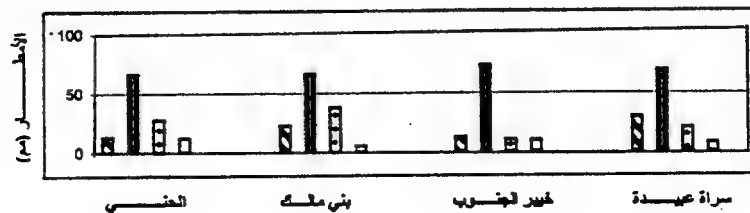
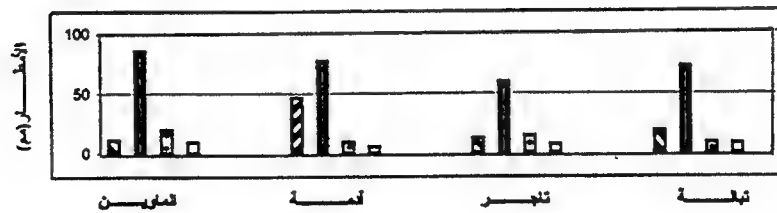
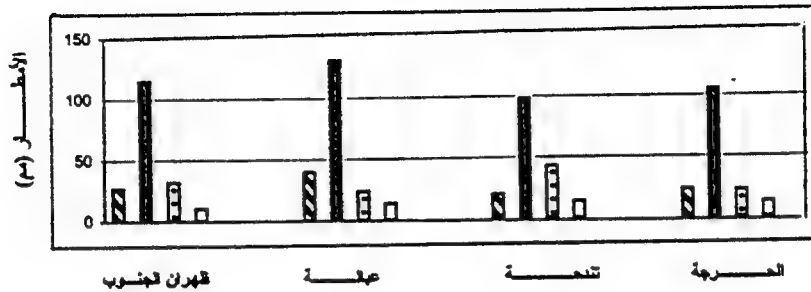


قائمة الشعبة

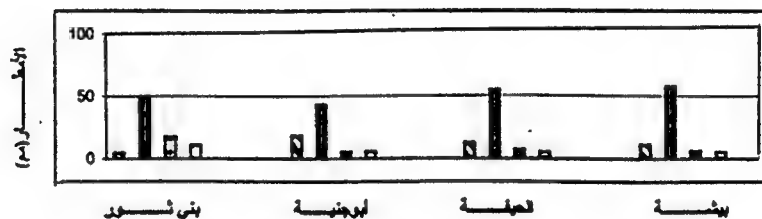
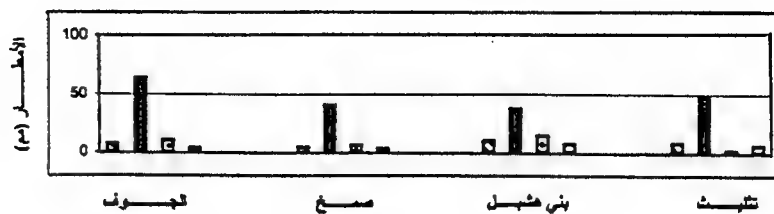


تابع شكل (٦٣)  
التغيرات الفصلية للأمطار بالمحطات المناخية  
ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧ م.

الفئة الثالثة



الفئة الرابعة



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

الفئة الأولى.

تشكل من (٣) محطات هي: النماص وتمنية وبللسمر ، وتتميز هذه الفئة بالترتيب الموالى للفصول حسب معدلات الأمطار فيها جدول (٤٢).

## (١) فصل الربيع.

تتميز قيم معدلات فصل الربيع بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٢٠٥,٨ مم في بللسمر و ١٩٠,٢ مم في تمنية.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٢٦٤,٦ مم في بللسمر و ٢١٠,١ مم في النماص.
- ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٤٨٩,٤ مم في تمنية و ٣٧٢,٤ مم في النماص.
- د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٥١,٠ مم في بللسمر و ١٦,٠ مم في تمنية.
- هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٦٨%) في بللسمر و (٤٨%) في النماص.
- و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٥٣%) في بللسمر و (٤٤%) في النماص وتمنية.

ويلاحظ على هذه الفئة بالنسبة لفصل الربيع أن محطة بللسمر تمثل أعلى المعدلات لجميع المتغيرات باستثناء الأمطار السنوية القصوى التي تتميز بها محطة تمنية، بينما تمثل محطة النماص أقل المعدلات.

وتتأثر معدلات الأمطار في هذا الفصل بعامل الارتفاع الذي يتراوح بين ٢٦٠٠ م في محطة النماص و ٢٢٥٠ م في محطة بللسمر، وكذلك بعامل البعد عن البحر الذي يتراوح بين ١٣٣ كم بالنسبة لمحطة النماص و ١٢٠ كم بالنسبة لمحطة بللسمر. ويعرف هذا الفصل بداية الارتفاع التدريجي لدرجات الحرارة في بطون الأودية والأراضي المنخفضة، مما يساعد على زيادة نشاط تيارات الحمل الصاعدة التي تساعد الارتفاعات الكبيرة على الوصول لطبقات الجو الأكثر برودة التي يتكاثف بها بخار الماء على شكل أمطار.

## (٢) فصل الشتاء.

تتميز قيم معدلات فصل الشتاء بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٢٤,٥ مم في النماص و ٥٩,٣ مم في بللسمر.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ١٤٠,٤ مم في النماص و ١١٣,٣ مم في تمنية.
- ج - معدلات أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٣٧٨,٢ مم في النماص و ٢٠٣,٠ مم في تمنية.

جول (٤٢)  
تغيرات معدل الأمطار للفئات الفصلية في محطات المنطقة الجبلية بعسير  
١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

أنواع الفئات	المعدل المطلق (مم)	المعدل الفعلي (مم)	الأمطار القصوى (مم)	الأمطار الصغرى (مم)	% معدل الفصل من معدل الأمطار السنوي المطلق	% معدل الفصل من معدل الأمطار السنوي الفعلي
الفئة الأولى محطات ٣	الربيع	٢٠٥٠,٨ بالسم	٢٦٤,٦ بالسم	٥١,٠ بالسم	٦٨ % بالسم	٥٣ % بالسم
	الشتاء	١٢٤,٥ بالسم	٢١٠,١ بالسم	١٦,٠ تنميه	٤٨ % بالسم	٤٤ % بالسم
	الصيف	٥٩,٣ بالسم	١١٣,٣ تنميه	١٤,٤ بالسم	٣٠ % بالسم	٣٠ % بالسم
		٨٧,٦ تنميه	٢٤٠,٠ تنميه	٥,٠ تنميه	٢٣ % بالسم	٢١ % بالسم
الفئة الثانية محطات ١٢	الربيع	٤٠,٤ بالسم	٢٠٣,٦ بالسم	١,٥ بالسم	١٠ % بالسم	١٤ % بالسم
	الشتاء	٢١,٢ بالسم	١٥٥,٦ تنميه	١,٠ تنميه	٧ % بالسم	١٢ % بالسم
	الصيف	١٦,٤ بالسم	٥٦٢,٠ تنميه	١٧,٠ تنميه	٢٧ % بالسم	٣٠ % بالسم
		١١٩,٢ بالسم	٢٤٢,٠ تنميه	٣١,٨ بالسم	٣٦ % بالسم	٣٠ % بالسم
الفئة الثالثة محطات ١٢	الربيع	٨,١ بالسم	٢٤٠,٧ بالسم	٧,٩ بالسم	١٣ % بالسم	٢٣ % بالسم
	الشتاء	٥٩,٩ بالسم	١٦٩,٩ بالسم	١٠,٢ بالسم	٧ % بالسم	٥١ % بالسم
	الصيف	١١,٢ بالسم	١٧٨,٨ بالسم	٢,٠ بالسم	١١ % بالسم	١٤ % بالسم
		٤٢,٢ بالسم	٢٠٢,٩ بالسم	١٠,٠ بالسم	٢٨ % بالسم	٢١ % بالسم
الفئة الرابعة محطات ٨	الربيع	١٣,٨ بالسم	٢٣٥,٤ بالسم	١,٠ بالسم	٤ % بالسم	١٩ % بالسم
	الشتاء	٣٧,٣ بالسم	٩٠,٩ بالسم	٠,٢ بالسم	٧٦ % بالسم	٥٠ % بالسم
	الصيف	١٧,٩ بالسم	١٢٠,٠ بالسم	٠,٤ بالسم	٥٥ % بالسم	٢٢ % بالسم
		٤,٢ بالسم	١٨,٥ بالسم	٠,٢ بالسم	٢٥ % بالسم	٣٥ % بالسم
الفئة الخامسة محطات ٨	الربيع	١٧,٠ بالسم	٩٥,٠ بالسم	٨,٠ بالسم	٢١ % بالسم	٣٠ % بالسم
	الشتاء	١٧,٠ بالسم	١٩,٢ بالسم	٠,١ بالسم	٢١ % بالسم	٣٠ % بالسم
	الصيف	١٠,٣ بالسم	٢٧,٤ بالسم	٤,٥ بالسم	١٣ % بالسم	٢٩ % بالسم
		٣,٠ بالسم	١٥,٣ بالسم	٠,٢ بالسم	٤ % بالسم	١٠ % بالسم

المصدر من إعداد الباطنة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

- د - معدلات أمطار سنوية صغيرة تتراوح بين ١٤,٤ مم في النماص و ٩,٠ مم في تمنية وبللسمر.
- هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٠%) في النماص و (٢٠%) في بللسمر.
- و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٠%) في النماص و (٢١%) في تمنية.

ويتضح مما سبق أن معدلات أمطار محطة النماص تمثل القيم القصوى لجميع المتغيرات المذكورة في حين تمثلت محطات بللسمر وتمنية القيم الصغيرة لنفس المتغيرات. ويتأثر معدل الأمطار لفصل الشتاء بعامل الارتفاع حيث تتماثل معدلات الأمطار لمحطة النماص مع ارتفاعها الذي يصل ٢٦٠٠ م بالإضافة لوقوعها على السفوح الغربية التي تتأثر برطوبة الرياح الشمالية الغربية القادمة من البحر المتوسط في هذا الفصل.

### (٣) فصل الصيف

تتميز قيم معدلات فصل الصيف بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٨٧,٦ مم في تمنية و ١٦,٤ مم في بللسمر.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ١١٢,٩ مم في تمنية و ٤٩,٩ مم في بللسمر.
- ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٤٠,٠ مم في تمنية و ١٠٠,٩ مم في بللسمر.
- د - أمطار سنوية صغيرة تتراوح بين ٥,٠ مم في تمنية و ٠,٨ مم في النماص.
- هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٣%) في تمنية و (٥%) في بللسمر.
- و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢١%) في تمنية و (١٠%) في بللسمر.

وتتأثر معدلات أمطار فصل الصيف كثيراً بعامل الارتفاع ومواقع المحطات في السفوح المواجهة للرطوبة بالنسبة للرياح الجنوبية الغربية الموسمية.

### (٤) فصل الخريف

تتميز قيم معدلات فصل الخريف بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٤٠,٤ مم في النماص و ٢١,٢ مم في بللسمر.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٧٣,٧ مم في تمنية و ٥٧,٠ مم في النماص.
- ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٠٣,٦ مم في النماص و ١٥٥,٦ مم في تمنية.
- د - أمطار سنوية صغيرة تتراوح بين ١,٥ مم في بللسمر و ١,٠ مم في تمنية.

هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (١٠%) في تمنية والنماص و(٧%) في بلسمر.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (١٤%) في بلسمر و تمنية و(١٢%) في النماص.

وتمثل معدلات هذا الفصل أقل المعدلات للأمطار، وكذلك أدنى النسب من حيث إسهامها في معدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية على السواء.

### الفئة الثانية.

تشكل من (١٢) محطة هي: تنومة وعلكم وصباح بللحمر وسبت العليا وآل عامر وخميس مشيط والزهران والسودة وسر لعصان وأبها ومركز بني عمرو ويعري . وتتميز هذه الفئة بقيم معدلات أمطار تقل عن سابقتها في جميع فصول السنة ويستثنى من ذلك معدلات أمطار فصل الربيع التي مازالت تسجل أعلى الكميات.

#### (١) فصل الربيع.

تتميز قيم معدلات فصل الربيع بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٦٥,٥ مم في الزهران و ٨٥,٩ مم في يعري.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٢٣١,٨ مم في تنومة و ١١٧,٦ مم في خميس مشيط.
- ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٥٦٢,٠ مم في تنومة و ٢٤٣,٠ مم في خميس مشيط.
- د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٣٥,٧ مم في آل عامر و ٢,٦ مم في السودة.
- هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٧١%) في يعري و(٤٣%) في السودة.
- و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٥٤%) في سبت العليا و(٣٨%) في السودة.

وتتراوح ارتفاعات المحطات في هذه الفئة بين ٢٨٢٠ م في السودة و ١٢٠٠ م في مركز بني عمرو، و تبعد بمسافة عن البحر تتراوح بين ١٨٨ كم في يعري و ٩٥ كم في السودة.

وتتأثر معدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الربيع، بمواقعها على السفوح الشمالية والشمالية الشرقية المواجهة للرياح الشمالية الرطبة القادمة من البحر المتوسط.

## (٢) فصل الشتاء.

تأتي معدلات أمطار فصل الشتاء في الفئة الثانية بعد معدلات أمطار فصل الصيف من حيث الكمية بالنسبة للمتغير أ، هـ، أما بقية المتغيرات فتأتي بعد معدلات أمطار فصل الربيع وتتميز بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٧٠,٣ مم في تتومة و ٩ مم في يعرى.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ١٤٩,٨ مم في تتومة و ٥٢,٦ مم في خميس مشيط.
- ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٩٦,٥ مم في تتومة و ٨٨,٠ مم في يعرى.
- د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١٧,٠ مم في تتومة و ٠,١ مم في خميس مشيط.
- هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٧%) في مركز بني عمرو و تتومة و (٧%) في يعرى.
- و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٠%) في تتومة و (١٢%) في علكم.

وتتأثر معدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الشتاء بموقع المحطات في السفوح المواجهة أكثر من تأثرها بعامل الارتفاع، فمحطتا السوده والزهران اللتان تقعان على ارتفاعات ٢٨٢٠ م و ٢٤٠٠ م على التوالي تتلقيان كميات أمطار أقل من الكميات المسجلة بمحطة تتومة التي تتميز بأعلى الكميات لجميع المتغيرات المذكورة وهي تقع على ارتفاع ٢١٠٠ م .

## (٣) فصل الصيف.

تأتي معدلات أمطار فصل الصيف في الفئة الثانية بعد معدلات أمطار فصل الربيع من حيث الكمية بالنسبة للمتغير أ، هـ، أما بقية المتغيرات فتأتي بعد معدلات أمطار فصل الشتاء وتتميز بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١١٩,٢ مم في علكم و ١٥,٨ مم في تتومة.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ١٣٧,٦ مم في السوده و ٣٠,٠ مم في مركز بني عمرو.
- ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٤٢,٠ مم في خميس مشيط و ٨٦,٥ مم في تتومة.
- د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٣١,٨ مم في آل عامر و ٠,٢ مم في مركز بني عمرو.
- هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٦%) في علكم و (٦%) في تتومة.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٠%) في علكم ويعرى و(١١%) في تنومة.

وتتأثر معدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الصيف بعامل الارتفاع كما تعكسه معدلات الأمطار الفعلية في المحطات المرتفعة مثل السود و الأمطار السنوية القصوى بمحطة خميس مشيط ، ومعدلات الأمطار الفعلية والأمطار السنوية الصغرى بمحطة مركز بني عمرو التي تقع على ارتفاع ١٢٠٠ م.

ولا يقتصر تأثير معدلات الأمطار بعامل الارتفاع، بل تتأثر معدلات بعض المحطات ببُعدها عن مواجهة الرياح الرطبة، كما يعكسه المعدل السنوي المطلق والأمطار السنوية القصوى ونسبة إسهام أمطار الفصل لمعدل الأمطار السنوي المطلق و الفعلي بمحطة تنومة التي تقع على ارتفاع ٢١٠٠ م. وقد يعزى ذلك لموقع هذه المحطة على السفوح الشمالية الشرقية البعيدة نوعاً ما عن الرياح الرطبة في هذا الفصل.

#### (٤) فصل الخريف.

يأتي معدل أمطار فصل الخريف بعد معدل أمطار فصل الصيف من حيث الكمية ويتميز بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٣٩,٤ مم في السود و ٨,١ مم في يعرى.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٩٨,٤ مم في الزهراء و ١٨,٩ مم في مركز بني عمرو.
- ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٤٠,٧ مم في الزهراء و ٦٠,٤ مم في خميس مشيط.
- د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٧,٩ مم في آل عامر و ٠,٢ مم في خميس مشيط.
- هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (١٣%) في الزهراء و(٧%) في أبها و تنومة وصبح بلحمر ويعرى.
- و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٣%) في الزهراء و(٧%) في مركز بني عمرو.

وتتأثر معدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الخريف بعاملي الارتفاع والبعد عن البحر معاً، كما تعكسه معدلات الأمطار بمحطة السود التي تقع على ارتفاع ٢٨٢٠ م وهي تبعد عن البحر بمسافة ٩٥ كم، في حين تقل معدلات الأمطار في المحطات الأقل ارتفاعاً والأكثر مسافة عن البحر، كما تعكسه معدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية بمحطة يعرى



التي تقع على ارتفاع ١٨٨٠ م وتبعد بمسافة ١٨٨ كم عن البحر و بمحطة مركز بني عمرو  
التي تقع على ارتفاع ١٢٠٠ م وتبعد بمسافة ١٥٥ كم عن البحر.

### الفئة الثالثة.

تتشكل من (١٢) محطة هي : ظهران الجنوب وعبالة وتندحة والحرجة والماوين  
وأدمة وتاجر وتباله وسراة عبيدة وبني مالك والحني وخيبر الجنوب . وتتسم هذه الفئة بقيم  
معدلات أمطار تقل عن سابقتها في جميع الفصول كالتالي :

#### (١) فصل الربيع.

وتسجل قيم معدلات الأمطار في فصل الربيع أعلى الكميات وتتميز بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٣٠,٥ مم في عبالة و ٥٩,٩ مم في تاجر.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ١٦٩,٩ مم في الحرجة و ٧٤,٩ مم في الحني.
- ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٣٨٤,٠ مم في تباله و ١٧٨,٨ مم في تاجر.
- د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٢٠,٠ مم في تباله و ٠,٢ مم في سراة عبيدة.
- هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٦٩%)  
في خيبر الجنوب و(٥٠%) في بني مالك.
- و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٥٦%) في  
عبالة و(٣٥%) في بني مالك.

وتتراوح ارتفاعات المحطات في هذه الفئة بين ٢٤٨٠ م في عبالة و ١٠٢٠ م في

تباله، وبمسافة تبعد عن البحر تراوحت بين ٢٠٠ كم في تباله و ١٠٨ كم في بني مالك.

وتتأثر معدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الربيع بعوامل الارتفاع و البعد عن

البحر كما تعكسه قيم معدلات الأمطار المطلقة والفعلية في محطتي عبالة والحرجة على  
التوالي.

#### (٢) فصل الشتاء.

تأتي قيم معدلات الأمطار في فصل الشتاء في الفئة الثالثة بعد معدلات أمطار فصل

الصيف من حيث الكمية بالنسبة للمتغير ب،د، أما بقية المتغيرات فتأتي بعد معدلات أمطار  
فصل الربيع وتتميز بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٤٦,٢ مم في أدمة و ١١,٢ مم في الماوين.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٨٧,٢ مم في الماوين و ٢١,٩ مم في الحني.
- ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٣٠,٨ مم في أدمة و ٧٦,٠ مم في تاجر.

د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٥,٩ مم في بني مالك و ٠,٢ مم في الحني وسراة عبيدة.

هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٣%) في أدمة و (١١%) في تندحة والحني.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٤%) في أدمة و (١٤%) في الحني.

وتتأثر قيم معدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الشتاء بعامل الارتفاع كثيراً والبعد عن البحر حيث سجلت المحطات الأكثر ارتفاعاً والأقل بعداً عن البحر القيم القصوى لجميع المتغيرات كمحطات الماوين وأدمة وبني مالك .

### (٣) فصل الصيف.

وتأتي قيم معدلات الأمطار في فصل الصيف في الفئة الثالثة بعد معدلات أمطار فصل الربيع من حيث الكمية بالنسبة للمتغير ب،د، أما بقية المتغيرات فتأتي بعد معدلات أمطار فصل الشتاء وتتميز بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٤٢,٢ مم في تندحة و ١٠,٣ مم في خيبر الجنوب.

ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ١١٩,١ مم في الحرجة و ١٧,٠ مم في أدمة.

ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٠٧,٩ مم في تندحة و ٤٨,٠ مم في خيبر الجنوب.

د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١٠,٠ مم في الحرجة و ٠,٢ مم في عباله وتباله وسراة عبيدة.

هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٨%) في بني مالك و (٧%) في أدمة.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٦%) في الحرجة و (٩%) في أدمة.

وتتأثر معدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الصيف بموقع المحطات في عروض جنوبية أكثر من محطات الفئة الثانية، مما جعلها في أول طريق الرياح الجنوبية والجنوبية الغربية الرطبة لهذا الفصل، و كما تعكسه معدلات الأمطار للقيم القصوى والصغرى المطلقة والفعلية، و نسبة إسهام الفصل للمعدلات المطلقة والفعلية في كل من محطات تندحة والحرجة وبني مالك .

## (٤) فصل الخريف.

وتأتي قيم معدلات الأمطار في فصل الخريف بعد معدلات الأمطار في فصل الصيف من حيث الكمية و تتميز بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٣,٠ مم في تندحة و ٥,٠ مم في بني مالك.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٨٧,٦ مم في الحرجة و ١٠,٠ مم في أدمة.
- ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ١٨٤,٠ مم في الحرجة و ٢٢,٢ مم في أدمة.
- د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٣,٠ مم في الحرجة و ٠,٢ مم في ظهران الجنوب وأدمة وسراة عبيدة والحنى.
- هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (١٠%) في الحنى و (٤%) في أدمة وبني مالك.
- و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (١٩%) في الحرجة و تبالة و (٥%) في أدمة.

وتتأثر معدلات الأمطار في محطات هذه الفئة لفصل الخريف بعامل الارتفاع وموقع المحطة في عروض جنوبية كما تعكسه القيم القصوى لمعدلات الأمطار الفعلية والأمطار السنوية القصوى والصغرى ونسبة إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي في محطة الحرجة على التوالي.

الفئة الرابعة.

تشكل من (٨) محطات وهي : الجوف وبيشة والحيفة وبني ثور وأبو جنية وتثليث ووادي ابن هشبل وصمخ ، وتسجل معدلات الأمطار فيها قيماً منخفضة مقارنة بالفئات السابقة في جميع فصول السنة وتتسم معدلات الأمطار فيها حسب فصول السنة بالتالي :

## (١) فصل الربيع.

تسجل معدلات الأمطار في فصل الربيع في هذه الفئة أعلى الكميات كما كانت في غيرها من الفئات، وتتميز بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٦٣,٨ مم في الجوف و ٣٧,٣ مم في وادي ابن هشبل.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٩١,٩ مم في الجوف و ٤٨,١ مم في وادي ابن هشبل.

ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٣٥,٤ مم في الحيفة و ٩٠,٩ مم في وادي ابن هشبل.

د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١٦,٠ مم في بيشة و ٠,٤ مم في صمخ.

هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٧٦%) في الجوف و (٥٥%) في وادي ابن هشبل.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٥٠%) في بيشة و صمخ و (٣٢%) في بني ثور.

وتتراوح ارتفاعات محطات الفئة الرابعة بين ٢٠٦٠ م في محطة الجوف و ٩٧٥ م في محطة تثليث وبمسافة تبعد عن البحر تتراوح بين ٢٨٨ كم كحد أقصى في محطة تثليث و ١٣٣ كم كحد أدنى في محطة وادي ابن هشبل.

- وتتأثر معدلات أمطار بعض محطات هذه الفئة لفصل الربيع بعامل الارتفاع كما تعكسه معدلات الأمطار العظمى المطلقة والفعلية لمحطة الجوف التي تقع على ارتفاع ٢٠٦٠ م.

## (٢) فصل الشتاء.

تأتي قيم معدلات الأمطار في فصل الشتاء في الفئة الرابعة بعد معدلات أمطار فصل الصيف من حيث الكمية بالنسبة للمتغير ب،د، أما بقية المتغيرات فتأتي بعد معدل أمطار فصل الربيع وتتميز بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٧,٩ مم في أبو جنية و ٤,٤ مم في صمخ.

ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٧١,٢ مم في الجوف و ١٤,٤ مم في صمخ.

ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ١٢٠,٠ مم في أبو جنية و ١٨,٥ مم في بني ثور.

د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٦,٠ مم في الجوف و ٠,٢ مم في أكثر من محطة مثل بيشة والحيفة وأبو جنية و صمخ.

هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٥%) في أبو جنية و (٨%) في الجوف و صمخ.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٥%) في أبو جنية و (١٣%) في بني ثور.

وتتأثر معدلات أمطار بعض محطات هذه الفئة لفصل الشتاء بعامل الارتفاع ومواقعها في السفوح المواجهة للرياح الرطبة الشمالية والشمالية الغربية، كما تعكسه معدلات الأمطار القصوى المطلقة والفعلية في بعض المحطات كأبو جنية والجوف على التوالي. في حين تعكس القيم الصغرى لمعدلات الأمطار المطلقة والفعلية للأمطار السنوية القصوى، ونسبة إسهام

أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق والفعلية على التوالي، المحطات الأقل ارتفاعاً والأكثر بعداً من البحر وذات المواقع البعيدة عن التيارات الرطبة كما في محطتي بني ثور وصمخ.

### (٣) فصل الصيف.

تسجل قيم معدلات الأمطار في فصل الصيف في الفئة الرابعة بعد معدلات أمطار فصل الربيع من حيث الكمية بالنسبة للمتغير ب،د، أما بقية المتغيرات فتأتي بعد معدلات أمطار فصل الشتاء حيث تسجل بعض المحطات قيماً منخفضة جداً وتتميز بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٧,٠ مم في بني ثور و ١,٥ مم في تثليث.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٧٩,٦ مم في الجوف و ٧,٧ مم في تثليث.
- ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٩٥,٠ مم في وادي ابن هشبل و ١٩,٢ مم في تثليث.
- د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٨,٠ مم في الجوف و ٠,١ مم في تثليث.
- هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢١%) في بني ثور ووادي ابن هشبل و (٢%) في تثليث.
- و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٠%) في الجوف و (٦%) في تثليث.

وما زالت معدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الصيف تتأثر بعامل الارتفاع كثيراً وموقع المحطة من العروض الجنوبية مما جعلها قريبة من الرياح الرطبة الجنوبية الغربية في فصل الصيف، كما تعكسه القيم القصوى لمعدلات الأمطار الفعلية في الجوف التي تقع على ارتفاع ٢٠٦٠ م . كما نجد بعض محطات هذه الفئة تتأثر بجانب عامل الارتفاع بعامل البعد عن البحر وبموقعها في السفوح المواجهة الرطبة أكثر من غيرها، كما تعكسه المعدلات الفعلية للأمطار بمحطتي بني ثور ووادي ابن هشبل.

### (٤) فصل الخريف.

تسجل قيم معدلات الأمطار في فصل الخريف قيماً منخفضة بالنسبة لفصول السنة، وللأسفل نفسه بين بقية الفئات السابقة وتتميز بالآتي :

- أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٠,٣ مم في بني ثور و ٣,٠ مم في صمخ.
- ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٦٧,٤ مم في بني ثور و ١٥,٣ مم في صمخ.
- ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٧٤,٧ مم في بني ثور و ٢٠,٠ مم في أبو جنية.

- د - أمطار سنوية صغيرة تتراوح بين ٤,٥ مم في بني ثور و ٠,٢ مم في أكثر من محطة كالحيفة وأبو جنية.
- هـ - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (١٣%) في بني ثور و (٤%) في الجوف.
- و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٩%) في بني ثور و (١٠%) في الجوف.

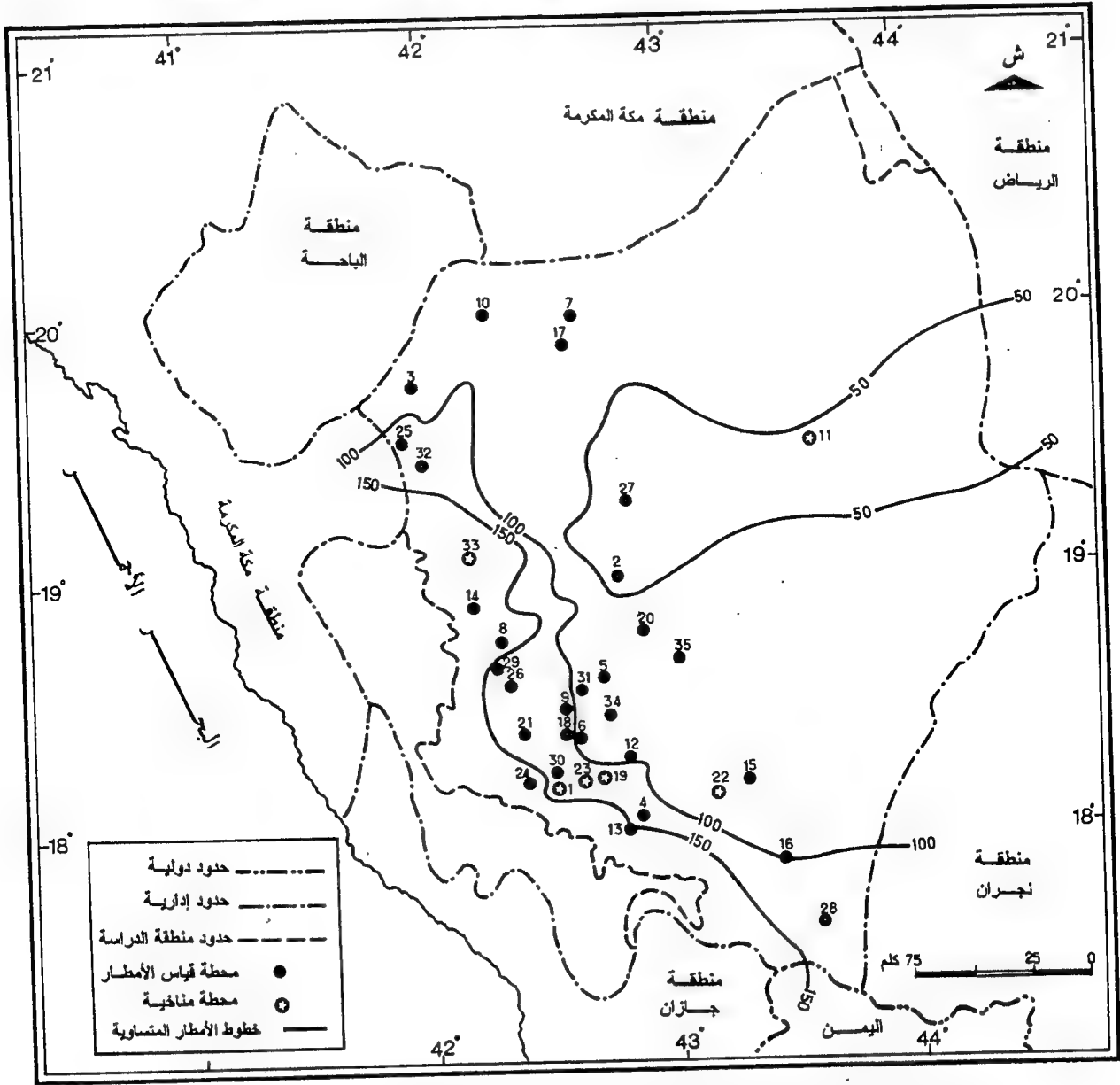
وننتبين مما سبق أن قيم معدلات أمطار بعض محطات هذه الفئة لفصل الخريف ما زالت تتأثر بعامل الارتفاع وموقع المحطة في السفوح الرطبة معاً، كما تعكسه القيم القصوى لمعدلات الأمطار في جميع المتغيرات بمحطة بني ثور على التوالي.

وبالنظر في الشكّلين (٦٤ - ٦٥) للتوزيع المكاني لمعدلات أمطار فصل الربيع المطلقة والفعالية يتضح التالي :

- يتمثل التوزيع المكاني لخطوط الأمطار المتساوية للمعدلات المطلقة والفعالية لمعدلات فصل الربيع التي تتناقص تدريجياً من الغرب نحو الشرق مع انخفاض ارتفاعات سطح التضاريس بنفس الاتجاه.
- تصل معدلات الأمطار المطلقة لفصل الربيع أقصاها بما يعادل (٢٠٥,٨) مم بمحطة بالسمر على ارتفاع (٢٢٥٠) م، وأدناها بما يعادل (٣٧,٣) مم بمحطة وادي ابن هشبل على ارتفاع (١٦٥٠) م.
- تصل معدلات الأمطار الفعلية لفصل الربيع أقصاها بما يعادل (٢٦٤,٦) مم بمحطة بالسمر على ارتفاع (٢٢٥٠) م، وأدناها بما يعادل (٤٨,١) مم بمحطة وادي ابن هشبل على ارتفاع (١٦٥٠) م.
- يتناسب التوزيع المكاني لمعدل الأمطار المطلقة والفعالية لفصل الربيع مع التوزيع المكاني لمعدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعالية.
- يتزايد تدريجياً الفارق بين معدلات الأمطار الفعلية لفصل الربيع كلما اتجهنا غرباً مع تزايد ارتفاعات التضاريس مما أدى إلى زيادة عدد خطوط الأمطار المتساوية المناسب لزيادة معدلات الأمطار الفعلية مع الارتفاع التدريجي المتزايد للتضاريس.

## شكل (٦٤)

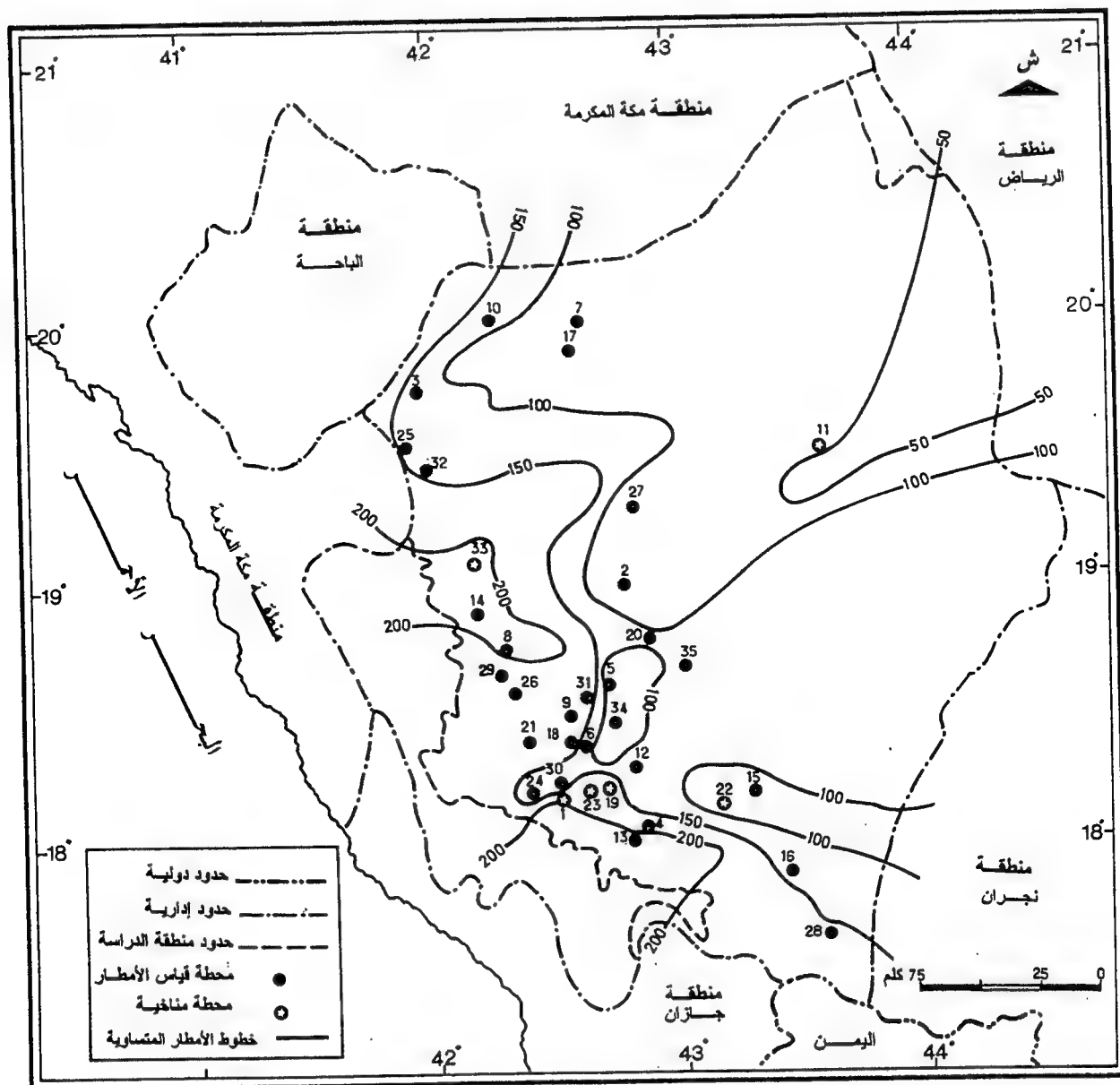
معدل الأمطار الفصلية (المطلقة) لفصل الربيع في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

## شكل (٦٥)

معدل الأمطار الفصلية (الفعلية) لفصل الربيع في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠ م



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.



ويتضح من الشكلين (٦٦ - ٦٧) للتوزيع المكاني لمعدلات أمطار فصل الشتاء المطلقة والفعلية التالي :

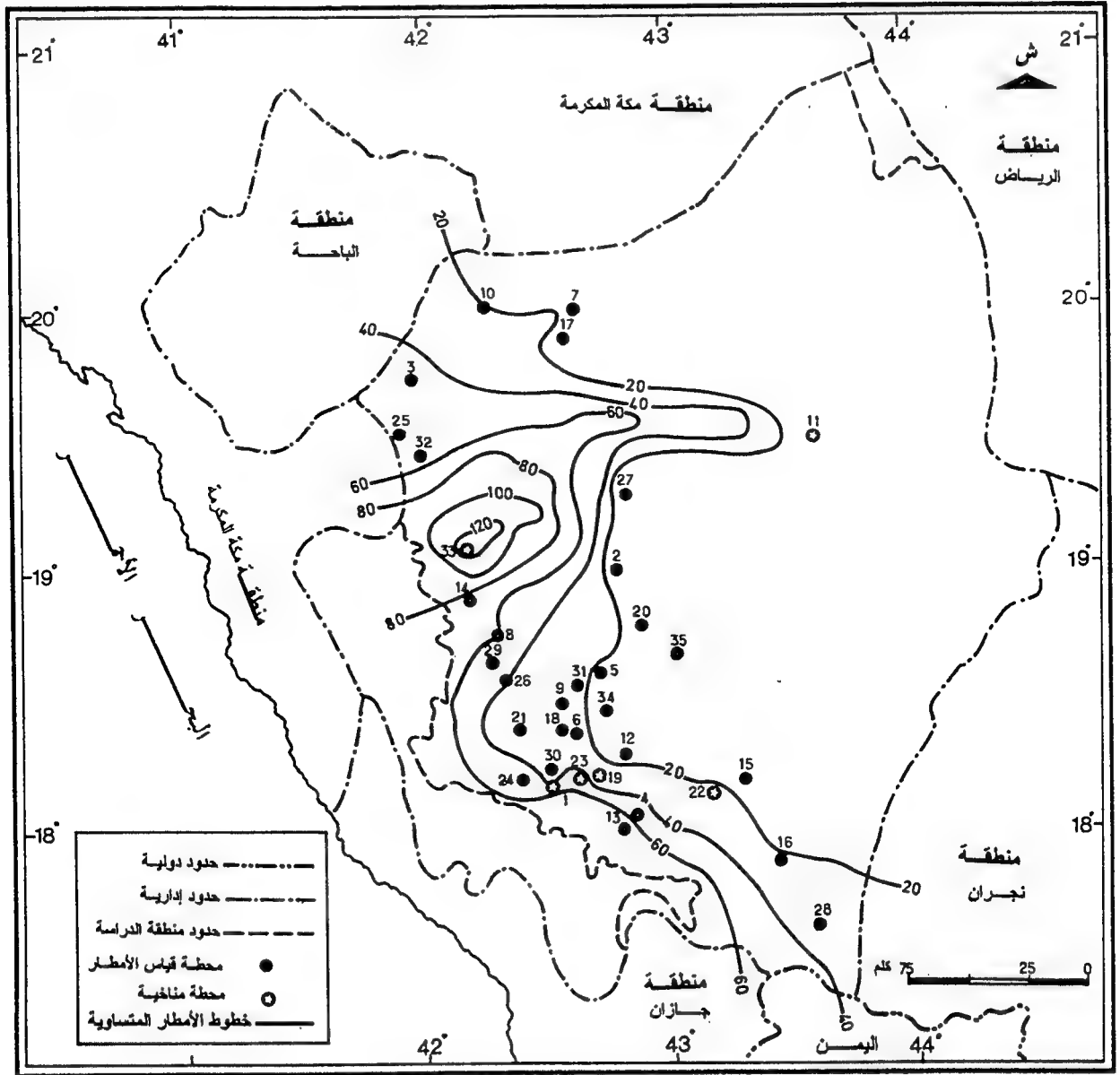
- يتمثل التوزيع المكاني لخطوط الأمطار المتساوية للمعدلات المطلقة والفعلية لمعدلات فصل الشتاء التي تتناقص تدريجياً مثل تناقص معدلات الأمطار المطلقة والفعلية السنوية والفصلية (فصل الربيع) من الغرب نحو الشرق.
- تصل معدلات الأمطار المطلقة لفصل الشتاء أقصاها بما يعادل (١٢٤,٥) مم بمحطة النماص على ارتفاع (٢٦٠٠) م وأدناها بما يعادل (٤,٢) مم بمحطة بني ثور على ارتفاع (١٧٠٠) م.
- تصل معدلات الأمطار الفعلية لفصل الشتاء أقصاها بما يعادل (١٤٩,٨) مم بمحطة تنومة على ارتفاع (٢١٠٠) م وأدناها بما يعادل (١٤,٤) مم بمحطة صمخ على ارتفاع (١٤٨٠) م.
- يتناسب التوزيع المكاني لمعدل الأمطار المطلقة والفعلية لفصل الشتاء مع التوزيع المكاني لمعدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية ومعدلات الأمطار المطلقة والفعلية لفصل الربيع.
- يتزايد تدريجياً الفارق بين معدلات الأمطار الفعلية لفصل الشتاء كلما اتجهنا غرباً مع تزايد ارتفاعات التضاريس مما أدى إلى زيادة عدد خطوط الأمطار المتساوية المناسب لزيادة معدلات الأمطار الفعلية مع الارتفاع التدريجي للتضاريس.

وبالنظر في الشكلين (٦٨ - ٦٩) للتوزيع المكاني لمعدلات أمطار فصل الصيف المطلقة والفعلية يتضح التالي :

- يتمثل التوزيع المكاني لخطوط الأمطار المتساوية للمعدلات المطلقة والفعلية لمعدلات فصل الصيف التي تتناقص تدريجياً من الغرب نحو الشرق بحيث لا تتعدى خطوط الأمطار المتساوية المطلقة والفعلية لهذا الفصل محطة صمخ على ارتفاع (١٤٨٠) م شرقاً بمعدل أمطار مطلق يصل (٦,١) مم ومعدل أمطار فعلي (٢٢,٣) مم.
- تنقسم المنطقة الجبلية بعسير خلال فصل الصيف إلى نطاقين مطريين نطاق مطير بالغرب ونطاق جاف بالشرق، ويتناسب هذا التوزيع المكاني مع تباين ارتفاعات التضاريس بين غرب المنطقة الجبلية بعسير وشرقها.
- تصل معدلات الأمطار المطلقة لفصل الصيف أقصاها بما يعادل (١١٩,٢) مم بمحطة علكم على ارتفاع (٢٢٠٠) م، وأدناها بما يعادل (١,٥) مم بمحطة تثليث على ارتفاع (٩٧٥) م.

## شكل (٦٦)

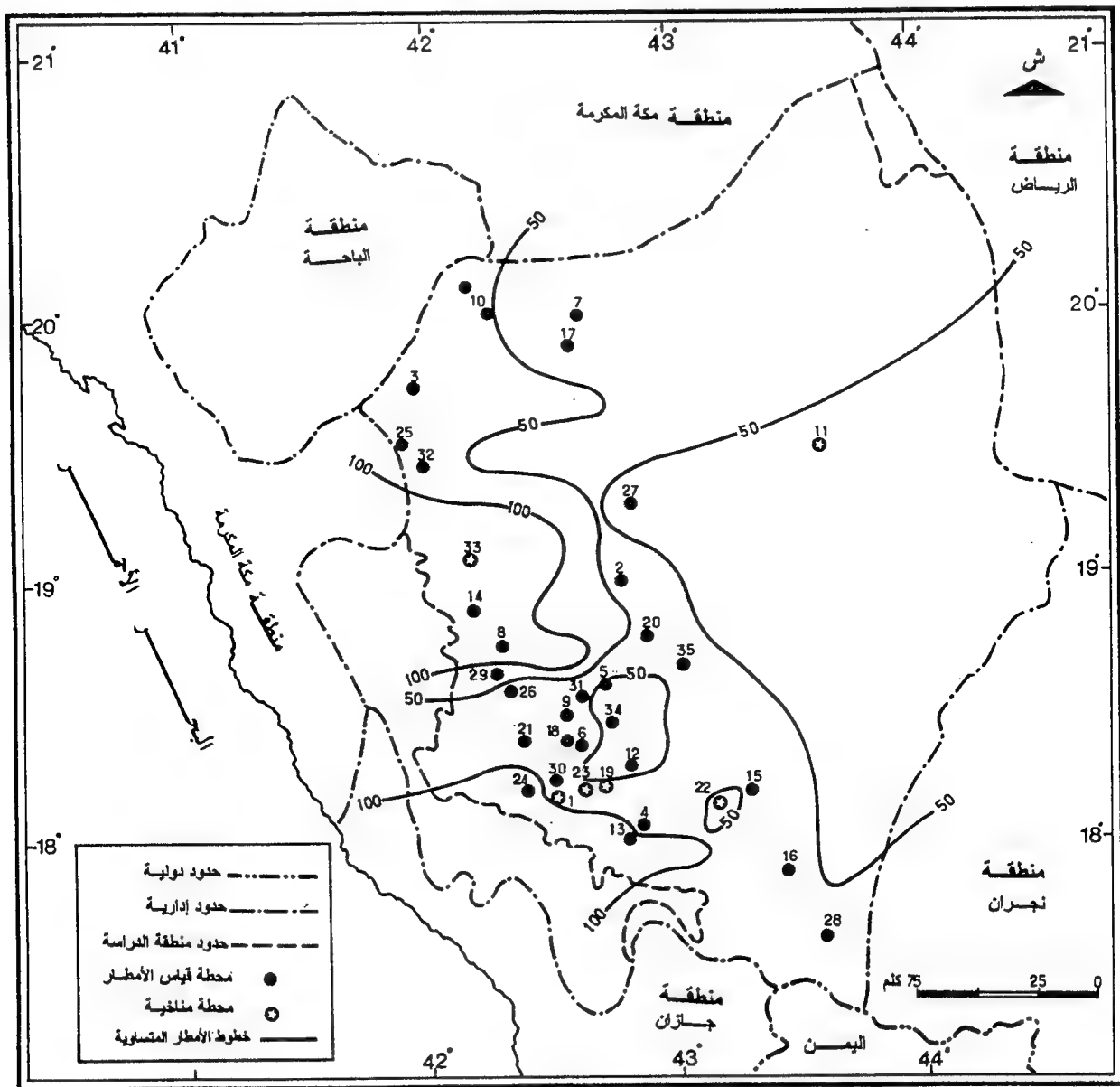
معدل الأمطار الفصلية (المطلقة) لفصل الشتاء في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

## شكل (٦٧)

معدل الأمطار الفصلية (الفعلية) لفصل الشتاء في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

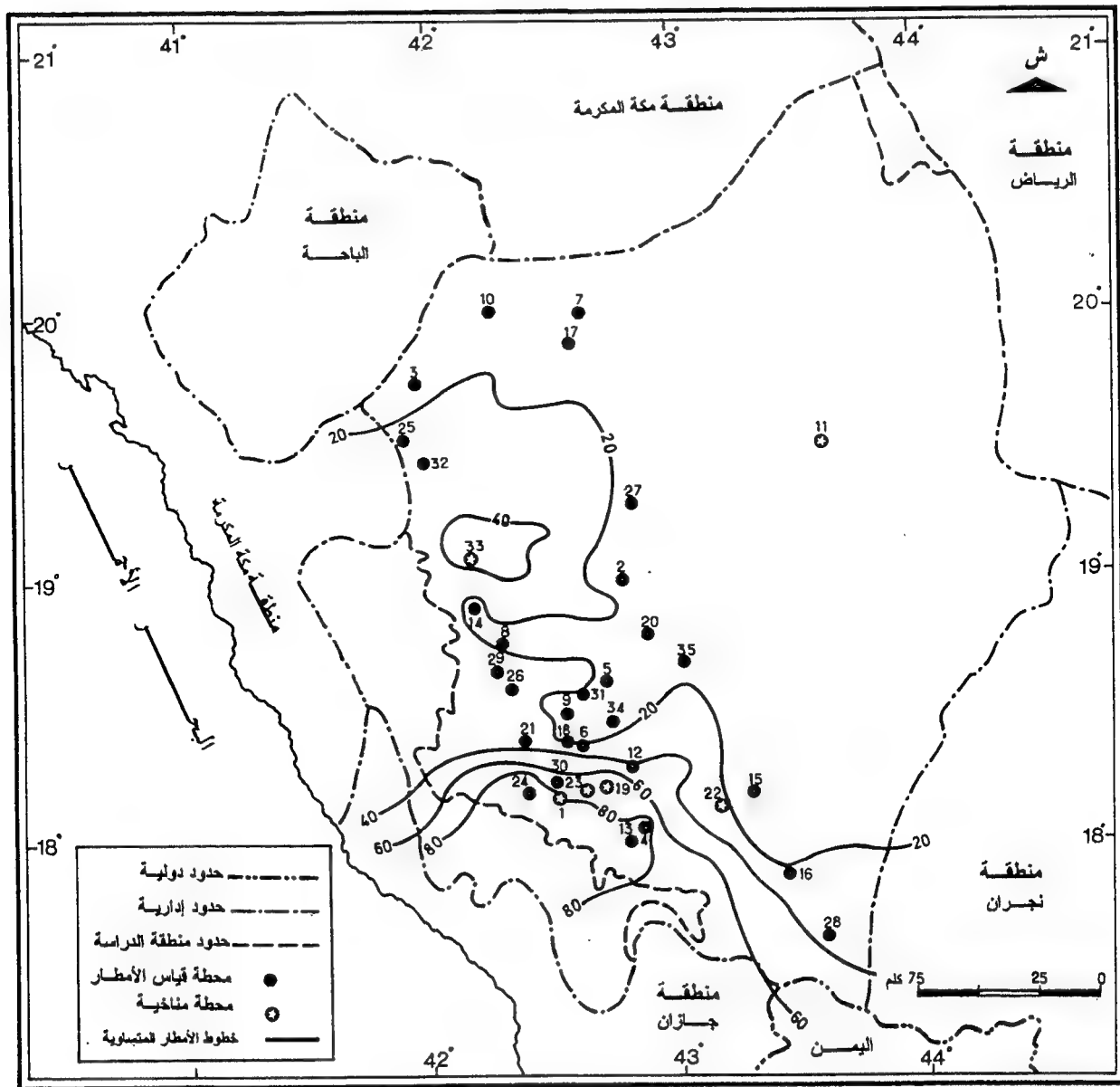
- تصل معدلات الأمطار الفعلية لفصل الصيف أقصاها بما يعادل (١٣٧,٦) مم بمحطة السودة على ارتفاع (٢٨٢٠) م، وأدناها بما يعادل (٧,٧) مم بمحطة تثليث على ارتفاع (٩٧٥) م.
- يتزايد تدريجياً الفارق بين معدلات الأمطار الفعلية لفصل الصيف كلما اتجهنا غرباً مع تزايد ارتفاعات التضاريس مما أدى إلى زيادة القيم المطرية المناسب على خطوط الأمطار المتساوية لزيادة معدلات الأمطار الفعلية مع الارتفاع التدريجي المتزايد للتضاريس.

ومن خلال التوزيع الفصلي للأمطار بالمنطقة الجبلية بعسير يتضح الآتي :

- ١- لأن فصل الربيع يمثل المرتبة الأولى بين فصول السنة وبين فئات التوزيع الفصلية، من حيث قيم معدلات الأمطار، ويرجع السبب في ذلك إلى أن هذا الفصل تبدأ فيه درجة الحرارة بالارتفاع التدريجي فتعمل على زيادة نشاط التبخر وتيارات الحمل الصاعدة. بالإضافة لتأثر منطقة عسير الجبلية بالاضطرابات الجوية الناشئة فوق البحر المتوسط الشرقي، ومنخفض البحر الأحمر المحلي، اللذين يعملان على تقابل الكتل الهوائية البحرية الباردة مع الكتل الهوائية المدارية الدافئة الرطبة خاصة في حالة اندماجهما مع الوضعية الجوية السائدة في شرق المتوسط، بالإضافة إلى عامل التضاريس وبالتالي تتعرض للمنخفضات الجوية الشتوية المتأخرة أحياناً والعواصف الرعدية الممطرة بغزارة.
- ٢- يتناوب فصلا الشتاء والصيف في الأهمية بعد فصل الربيع على مستوى قيم معدلات الأمطار بالنسبة لمنطقة عسير الجبلية مع ظهور بعض التباين الطفيف لبعض المحطات داخل الفئة الواحدة أكثر من مستوى المنطقة ككل. ويتميز فصل الشتاء بمنطقة عسير الجبلية بانخفاض درجة الحرارة وتأثره بالاضطرابات الجوية الناشئة فوق شرق المتوسط وتقابل الكتل الهوائية القارية شبه القطبية الباردة مع الكتل الهوائية المدارية البحرية الحارة وينجم عن ذلك نشأة الأعاصير الجوية التي تتحرك شرقاً وأحياناً تتسبب في سقوط الأمطار الغزيرة.
- ٣- في فصل الصيف تخضع الأراضي الجبلية في عسير لآليات التفاعل بين منخفضين حراريين رئيسيين: هما منخفض الهند الموسمي ومنخفض السودان، فتتعرض للتيارات الهوائية الجنوبية الغربية الرطبة التي تؤدي إلى سقوط أمطار مهمة وغزيرة، كما يلعب عامل ارتفاع السروات في تحقيق الآلية الأدياباتية لتساعد التيارات الرطبة على السفوح المقابلة وبالتالي تراكم الغيوم التي تؤدي إلى حدوث تكرار العواصف الرعدية المؤدية إلى سقوط الأمطار بغزارة على المحطات التي تتمتع بمواقع ذات عروض جنوبية بالنسبة لمنطقة عسير ككل وفي السفوح المواجهة للرطوبة أكثر من غيرها، بالإضافة إلى ارتفاعها وقربها من البحر.

شکل (۶۸)

معدل الأمطار الفصلية (المطلقة) لفصل الصيف في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

٤ - إن فصل الخريف يمثل المرتبة الرابعة بين فصول السنة وبين فئات التوزيع بالنسبة لقيم معدلات الأمطار، وقد يعزى ذلك لانخفاض قيم معدلات الأمطار فيه. وهو فصل انتقالي، تبدأ فيه سيطرة الظروف المناخية التي كانت سائدة في فصل الربيع، حيث يتأثر بالوضعية الجوية السائدة شرق المتوسط ومنخفض البحر الأحمر ومنخفض السودان، وتتقابل فيه الكتل الهوائية المختلفة التي تؤدي إلى نشأة المنخفضات الجوية المبكرة.

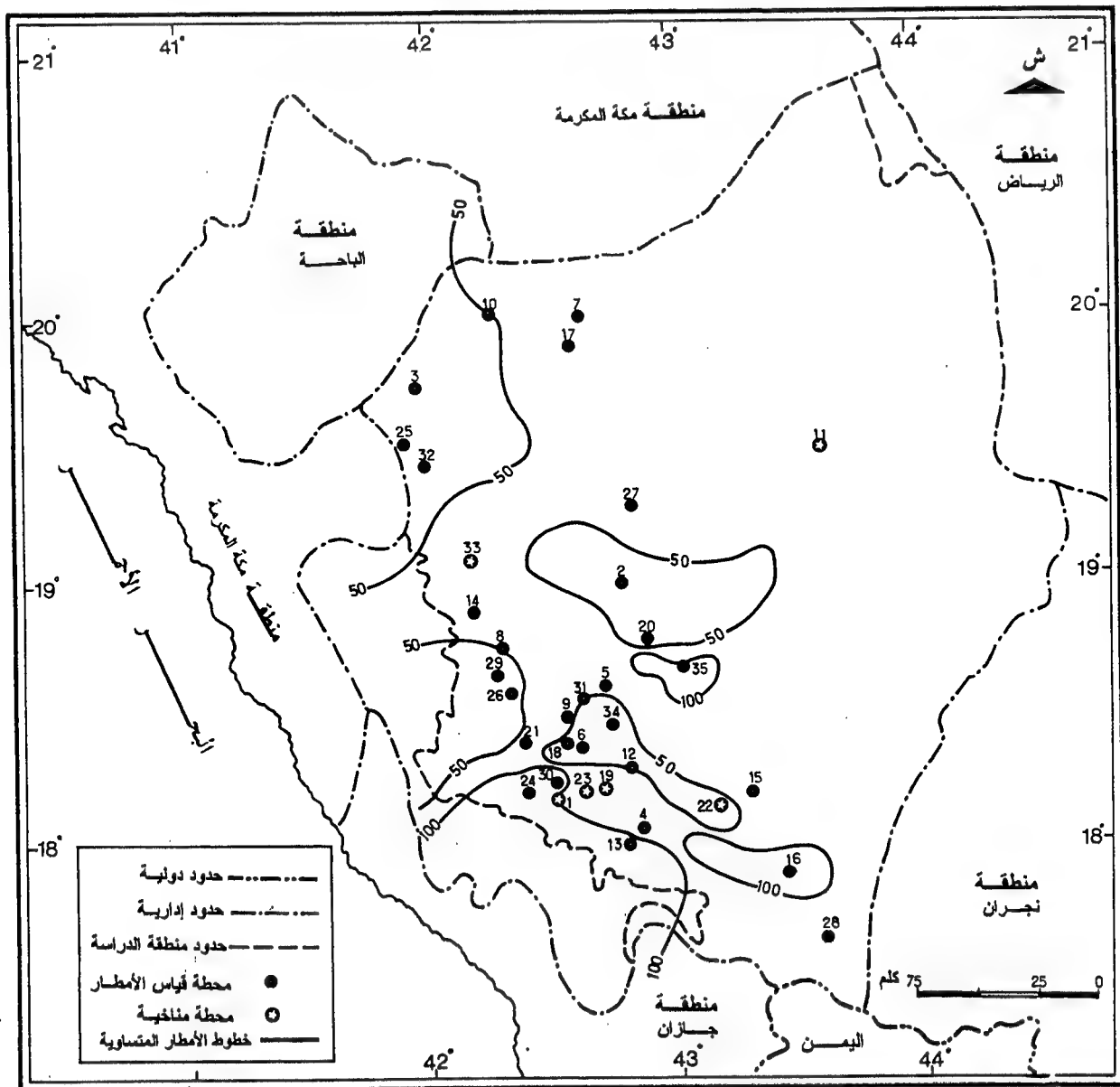
وبالنظر في جدول (٤٣) يتضح أن نسب ومعدلات شهور فصل الربيع تحتل المرتبة الأولى بين شهور السنة وهي تمثل بالفعل شهوراً مطيرة بالنسبة للمعدل الشهري في المنطقة الذي يتراوح بين ١٥,٣ مم - ٢٥,٣ مم للمعدلات المطلقة والفعلية على التوالي. كما أن نسب تلك المعدلات أعلى بكثير من النسبة المثالية في المنطقة ٨,٣%. أما بالنسبة لفصل الشتاء فتعد شهوره جافة على مستوى المنطقة وتكون مطيرة على مستوى المحطة في بعض محطات المنطقة رغم أن نسبة إسهام معدلات الأمطار فيه للمعدل السنوي تتماثل مع نسبة إسهام معدلات الأمطار لفصل الصيف إلا أنها أقل من النسبة المثالية في المنطقة. وتعد شهور فصل الصيف جافة على مستوى المنطقة وتكون مطيرة على مستوى بعض المحطات رغم أن نسبة إسهام معدلات الأمطار فيه للمعدل السنوي تلي معدلات الأمطار في فصل الربيع، لكنها أقل بكثير من المعدل الشهري في المنطقة وأيضاً أقل من النسبة المثالية، ويستثنى من ذلك شهر أغسطس الذي يُعد مطيراً بالنسبة لمعدلات الأمطار ونسبة إسهامها بالمعدل السنوي على مستوى المنطقة وفي بعض المحطات. أما فصل الخريف فتعد شهوره أيضاً جافة، كما تمثل أقل المعدلات والنسب على مستوى المنطقة والمحطات.

#### التغيرات الشهرية للأمطار.

يختلف التوزيع الشهري لمعدلات الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير بين المحطات الواقعة في جبال السروات وبين هضبة عسير الداخلية، هذا التباين هو انعكاس للاختلافات بين الأشهر الممطرة والأشهر الجافة، ولتحديد مفهوم الشهر المطير فقد اختلف كثير من الباحثين في تقديره، فالبعض حدد الشهر المطير عندما يكون المتوسط الشهري للأمطار (بالملم) أكثر من ضعف المتوسط الشهري لحرارة ذلك الشهر (بالدرجات المئوية) محمدين، (١٩٨١م). وهناك تحديد آخر لاعتبار الشهر مطيراً، وذلك إذا زادت كمية المطر في ذلك الشهر عن (١٠%) من المتوسط السنوي، التوم، (١٩٧٤م)، ويظهر أن عدم الاتفاق في تحديد مفهوم الشهر المطير قد أرجعه البعض إلى اختلاف القيمة الفعلية للأمطار من منطقة لأخرى.

شكل (٦٩)

معدل الأمطار الفصلية (القطعية) لفصل الصيف في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠ م



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

جول (٤٣)  
النسبة المئوية لمعدلات الأمطار المطلقة الشهرية والفصلية من المعدل السنوي في محطات المنطقة الجبلية بعسير  
١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

الشهر	معدل الأمطار ° (م)		من ( % ) المعدل السنوي	كمية الأمطار (م)				من المعدل السنوي (%)		
	أعلى كمية	كمية الأمطار		المحطة	أقل كمية	المحطة	المحطة	لأعلى كمية (%)	لأقل كمية (%)	المحطة
ديسمبر	٧٠,٨	٤	المعدل السنوي	٤٧,٠	٤٧,٠	المحطة	و. ابن هشيل	٢٦	٠	و. ابن هشيل
يناير	١٢,١	٧		٤٥,٣	٠,٩	النافص	النافص	٢٥	٠	النافص
فبراير	١١,٨	٦,٣		٣٢,٢	١,٥	النافص، أبها	صمخ	١٨	١	صمخ
الشتاء	٣١,٧	١٧,٣		١٢٤,٥	٤,٢	النافص	بني ثور	٦٨	٢	بني ثور
مارس	٢٨,٣	١٥,٤		٦١,٤	٨,٥	تفنية	أبو حنية	٣٣	٥	أبو حنية
أبريل	٤٤,٤	٢٤,٢		١٠٦,١	١٤,٧	بالسر	و. ابن هشيل	٥٨	٨	و. ابن هشيل
مايو	٣٠,٩	١٧		٧٣,٦	٥,٣	الزهره	تليت	٤٠	٣	تليت
الربيع	١٠٣,٦	٥٦,٥		٢٥٥,٨	٣٧,٣	بالسر	و. ابن هشيل	١١٢	٢٠	و. ابن هشيل
يونيو	٥,٧	٣,١		١٩,٥	٠,٢	علكم	تليت	١١	٠	تليت
يوليو	٩,٨	٥,٣		٢٩,٠	٠,١	علكم	تليت	١٦	٠	تليت
أغسطس	١٧,٤	٩,٥		٧٠,٧	١,٢	علكم	تليت	٣٩	١	تليت
الصيف	٣٢,٩	١٧,٩		١١٩,٢	١,٥	علكم	تليت	٦٥	١	تليت
سبتمبر	٣,٧	٢,١		٢٢,٣	٠,٠	علكم	أكر من عطة	١٢	٠	أكر من عطة
أكتوبر	٥,٠	٢,٧		١٧,٥	١,٠	تفنية	أدنة	١٠	١	أدنة
نوفمبر	٦,٥	٣,٥		٢٦,٤	١,١	النافص	صمخ	١٤	١	صمخ
الخريف	١٥,٢	٨,٣		٤٠,٤	٣,٠	النافص	صمخ	٧٢	٢	صمخ
السنوي	١٨٣,٤	١٠٠		٤١٨,٣	٥٤,٢	النافص	صمخ			

- معدل الأمطار المطلق بمنطقة الدراسة.

المصدر من إعداد الباحثين اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



وقد تم تحديد الشهر المطير في هذه الدراسة على أساس النسبة المئوية والكمية المغامس، (١٤٠٩هـ)، كالتالي :

أ - النسبة المئوية : وتمثل نصيب الشهر من المتوسط السنوي للأمطار وتعادل ١٢/١ أو ٨,٣٣ %.

ب - الكمية : وتم تحديدها بكمية تتراوح بين القيم المطلقة والفعلية للأمطار السنوية في محطات الدراسة بين (١٨٣,٤ - ٣٠٣,٥ مم) وهي تمثل المتوسط السنوي لمنطقة الدراسة (٣٥) محطة مقسوماً على عدد شهور السنة، أي ما يعادل (١٥,٣ - ٢٥,٣ مم) للمعدل الشهري المطلق والفعلي على التوالي.

وسبب الجمع بين النسبة المئوية والكمية معاً في تحديد الشهر المطير يرجع إلى تباين كميات الأمطار بين محطات منطقة الدراسة، لأن تحديد الشهر المطير بالنسبة المئوية وحدها قد يجعل عدد الشهور المطيرة لبعض المناطق ذات الأمطار القليلة مساوياً لعدد الشهور في بعض المناطق ذات الأمطار الكثيرة مثال : بللمسر معدلها السنوي (٣٠٢,٦) مم يعادل تقريباً ثلاثة أضعاف معدل سراة عبيدة (١٢٧,٣) مم، وعدد الشهور المطيرة لكل منهما تساوي (٤) أشهر.

أما الاعتماد على الكمية المحددة فقط لتحديد الشهر المطير من الشهر الجاف فإنه لا يساعد على التمييز بينهما لأن هناك بعض المحطات معدلاتها السنوية تفوق معدل منطقة الدراسة مثال بللمسر ، مما يوحي بأن جميع شهورها مطيرة بينما هي في الواقع غير ذلك، وعليه تم الأخذ بكل المعيارين في تحديد الشهر المطير من الشهر الجاف للحصول على نتائج أقرب للواقع.

وبالنظر في جدول (٤٤) نجد أنه لا يوجد اختلاف كبير بين نسبة إسهام معدلات الأمطار المطلقة والفعلية الشهرية في المعدل السنوي بالمنطقة الجبلية بعسير. كما أن النسبة المئوية والكمية المحددة التي تم على ضوءها تحديد الشهر المطير من الشهر الجاف لا تختلف بين المعدلات المطلقة والفعلية، فالشهر المطير في المعدلات المطلقة هو نفسه الشهر المطير في المعدلات الفعلية، وعليه سوف يتم تحليل التوزيع الشهري للأمطار في المنطقة الجبلية بعسير على المعدلات المطلقة للأمطار. كما يمكن اعتبار التالي:

- إذا كان معدل الأمطار المطلق في الشهر > (أقل) من ١٥,٣ مم/شهر يكون الشهر جافاً.
- إذا كان معدل الأمطار المطلق في الشهر < (أكبر) من ١٥,٣ مم/شهر و > (أقل) من ٢٥,٣ مم/شهر يكون الشهر مطيراً.
- إذا كان معدل الأمطار المطلق في الشهر < (أكبر) من ٢٥,٣ مم/شهر يكون الشهر ممطراً جداً.

جدول (٤٤)

النسبة المئوية لمعدلات الأمطار الشهرية والسنية (المطلقة - الفعلية) في محطات المنطقة الجبلية بعسير  
١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

معدل الأمطار (مم)	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنوي	المعدل الشهري
المطلقة	١٢,١	١١,٨	٢٨,٣	٤٤,٤	٣٠,٩	٥,٧	٩,٨	١٧,٤	٣,٧	٥,٠	٦,٥	٧,٨	١٨٣,٤	١٥,٣
(%)	٧	٦,٣	١٥,٤	٢٤,٢	١٧	٣,١	٤,٣	٩,٥	٢,١	٢,٧	٣,٥	٤	١٠٠	٨,٣
الفعلية	٢١,١	٢٣,٤	٤٠,٢	٥٤,٩	٣٨,٥	١٥,٤	١٨,٦	٢٥,٦	٨	١٩,٢	١٧,١	٢١,٧	٣٠٣,٥	٢٥,٣
(%)	٧	٨	١٣	١٨	١٣	٥	٦	٨,٤	٣	٦	٦	٧	١٠٠	٨,٣

المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والبيئة قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

وعليه يلاحظ أن موسم الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير يكون في شهور فصل الربيع خاصة شهر أبريل، ويليه شهر أغسطس الذي يكون مطيراً بالنسبة لشهور فصل الصيف.

وبتفحص جدول (٤٤) يتضح أن المعدلات الشهرية المطلقة للأمطار، تختلف بين شهر وآخر وبين محطة وأخرى في نفس الشهر ملحق (ح). وبصورة عامة تزداد معدلات الأمطار في جميع المحطات في أشهر الربيع تليها أشهر الشتاء عدا شهر ديسمبر ثم تأخذ في النقصان حيث تصل إلى أقل معدل ٥,٧ مم في شهر يونيه بالنسبة لشهور الصيف، ويستثنى من ذلك شهر يوليو وأغسطس وإلى أقل من ذلك في شهور الخريف ويستثنى من ذلك شهر نوفمبر. كما تصل معدلات الأمطار في شهر يناير لمحطات عسير الجبلية إلى ١٢,١ مم وتتراوح بين ٤٥,٣ مم كأعلى كمية و ٠,٩ مم أقل كمية في النماص ويعرى على التوالي. وتصل نسبة إسهامه إلى (٧%) للمعدل السنوي في المنطقة وهو يعد شهراً جافاً في المنطقة وفي ٢٣ محطة تشكل ما نسبته ٦٦% من عدد محطات الدراسة ولكنه مطير في ١٢ محطة تمثل ٣٤% من عدد المحطات. وتزداد معدلات يناير في بعض المحطات كالنماص وبللسمر وتتومة بسبب عامل الارتفاع عن سطح البحر ومواجهتها للرياح الشمالية الغربية الرطبة، كما تقل تلك المعدلات كلما قل ارتفاع المحطة وزادت المسافة بعداً عن البحر حتى تصل إلى ١,٧ مم كما في الماوين وأقل من ذلك كما في يعرى. وقد يعزى ذلك لأن المنطقة تتعرض للكتلة الهوائية الشمالية الشرقية الجافة بسبب مرورها على اليابس الآسيوي، بالإضافة إلى سيطرة الكتلة الهوائية القطبية القارية القليلة الرطبة.

\* شهر فبراير ينخفض فيه معدل الأمطار بمحطات المنطقة الجبلية بعسير بكمية قليلة ويصل إلى ١١,٨ مم، وتتراوح معدلات الأمطار بين ٣٢,٢ مم كحد أقصى في كل من النماص وأبها و ١,٥ مم كحد أدنى في صمخ، وتصل نسبة إسهامه إلى (٦,٣%) للمعدل السنوي في المنطقة، وهو شهر جاف كسابقه في المنطقة وفي ٢٥ محطة تشكل ما نسبته ٧١% من عدد المحطات، ولكنه مطير في ١٠ محطات تمثل ٢٩% من عدد المحطات. وتتأثر معدلات الأمطار في شهر فبراير بعامل الارتفاع ومواجهة التيارات الرطبة كما في كل من أبها والنماص وتمنية وتتومة وسر لعصان وآل عامر والسودة، حيث سجلت أعلى الكميات، ثم تأخذ تلك المعدلات في الانخفاض بسبب قلة الارتفاع وعامل البعد عن البحر حتى تصل إلى ١,٥ مم كما في صمخ.

\* شهر مارس يُعد أول شهور الربيع إذ تزداد معدلات الأمطار فيه بشكل كبير، ويبلغ معدل الأمطار فيه ٢٨,٣ مم وتصل نسبة إسهامه إلى (١٥,٤%) للمعدل السنوي مما جعله شهراً مطيراً جداً في منطقة عسير الجبلية وفي ٢١ محطة ويكون مطيراً في ٦ محطات وهذا يشكل ما نسبته ٧٧% من عدد المحطات ولكنه جاف في ٨ محطات تمثل ٢٣% من عدد المحطات. وتتراوح معدلات الأمطار بين ٦١,٤ مم كحد أقصى في تمنية و ٨,٥ مم كحد أدنى في أبو جنية.

وتأخذ معدلات الأمطار ونسبة إسهامها في المعدل السنوي بالارتفاع في الكمية والزيادة في النسبة حتى تصل إلى الكمية والنسبة القصوى في شهر إبريل، إذ يبلغ معدل الأمطار فيه ٤٤,٤ مم وتصل نسبة إسهامه إلى (٢٤,٢%) للمعدل السنوي ، وعليه يكون شهر إبريل أكثر مطراً من سابقه بالنسبة لمنطقة عسير الجبلية وفي جميع محطات الدراسة حيث تصل نسبته إلى ٩٧% من عدد المحطات عدا محطة واحدة تمثل ٣%، وعليه فهو يمثل قمة الأمطار لمعظم المحطات، وتتراوح معدلات الأمطار فيه بين ١٠٦,١ مم كحد أقصى في بالسمر و ١٤,٧ مم كحد أدنى في مركز وادي بن هشبل.

ثم تأخذ معدلات الأمطار ونسبة إسهامها في الانخفاض قليلاً عن شهر إبريل ولكنها أعلى من شهر مارس في شهر مايو آخر شهور فصل الربيع، إذ يبلغ معدل الأمطار فيه ٣٠,٩ مم وتصل نسبة إسهامه إلى (١٧%) للمعدل السنوي وهو بذلك يُعد شهراً مطيراً جداً بالنسبة لمنطقة عسير الجبلية وفي ٢٠ محطة، ومطيراً في ٨ محطات وهذا يشكل ما نسبته ٨٠% من عدد المحطات، ولكنه يكون جافاً في ٧ محطات تمثل ٢٠% من عدد المحطات. وتتراوح معدلات الأمطار فيه بين ٧٣,٦ مم كحد أقصى في الزهراء و ٥,٣ مم كحد أدنى في تثليث، وتتوافق النسب المئوية مع نمط توزيع كميات الأمطار بين محطات الدراسة بالنسبة لشهور فصل الربيع معاً. وتسهم أشهر فصل الربيع بنسبة إسهام أكثر من (٥٠%) للمعدل السنوي، كما تتأثر معدلات الأمطار في هذا الفصل بتضافر العمل بين منخفض المتوسط الشرقي مع منخفضي السودان والبحر الأحمر المحلي بالإضافة إلى الارتفاع التدريجي لدرجة الحرارة وكثرة العواصف الرعدية والظروف المحلية لمواقع المحطات كالارتفاع والبعد عن البحر ومواجهة الرياح الرطبة ورطوبة التربة والغطاء النباتي.

\* شهر يونيو يُعد أول شهور الصيف بسبب زيادة ارتفاع درجات الحرارة وتشهد معدلات أمطار شهر يونيو انخفاضاً حاداً إذ يصل المعدل إلى ٥,٧ مم ولا تتجاوز نسبة إسهامه (٣,١%) للمعدل السنوي وهو شهر جاف جداً في منطقة عسير الجبلية وفي ٣٣ محطة تشكل ما نسبته ٩٤% من عدد المحطات، حيث تقل نسبته كثيراً في أغلب

المحطات عن الوضع المثالي (٨,٣%) ، عدا محطتي علکم وأبها الرطبتين وهما تمثلان ٦% من عدد المحطات. وتتراوح معدلات الأمطار فيه بين ١٩ مم كحد أقصى في علکم و ٠,٢ مم كحد أدنى في تثليث، وشهر يونيو أكثر الأشهر جفافاً لجميع محطات المنطقة حيث تندر فيه الأمطار بشكل عام في منطقة عسير الجبلية.

\* وتبدأ معدلات الأمطار لشهر يوليو في الارتفاع نظراً لزيادة تأثير الرياح الجنوبية الغربية الرطبة حيث يزداد معدل الأمطار من ٥,٧ مم عما كانت في يونيو إلى ٩,٨ مم فيه. وبناء عليه تزداد نسبة إسهامه إلى (٥,٣%) للمعدل السنوي، وهو يُعد شهراً جافاً في منطقة عسير الجبلية وفي ٢٥ محطة تمثل نسبة ٧١% من عدد المحطات ولكنه مطير في ١٠ محطات تمثل ٢٩% من عدد المحطات، وتتراوح معدلات الأمطار فيه بين ٢٩ مم كحد أقصى في علکم و ٠,١ مم كحد أدنى في تثليث .

\* وفي شهر أغسطس تبدأ معدلات الأمطار في الزيادة عما كانت عليه في الشهر السابق نظراً لزيادة توغل مسار التيارات الهوائية الجنوبية الغربية في المنطقة، إذ يصل معدل الأمطار إلى ١٧,٤ مم، كما تزداد نسبة إسهامه إلى (٩,٥%) للمعدل السنوي، وبذلك يُعد أغسطس شهراً مطيراً في منطقة عسير الجبلية وفي ١٣ محطة وهو ما يشكل نسبة ٣٧% من عدد المحطات، ولكنه جاف في ٢٢ محطة تمثل ٦٣% من عدد المحطات، وتتراوح معدلات الأمطار فيه بين ٧٠,٧ مم كحد أقصى في علکم و ١,٢ مم كحد أدنى في تثليث.

وتتبع النسب المئوية نفس نمط توزيع كميات الأمطار بين محطات الدراسة في جميع شهور الصيف معاً، وتسهم أشهر فصل الصيف بنسبة ١٧,٩% للمعدل السنوي. كما تتأثر معدلات الأمطار في فصل الصيف خاصة شهر أغسطس بالرياح الجنوبية الغربية وبعض العوامل المحلية مثل عامل الارتفاع عن سطح البحر ومواجهة المحطة للرياح الرطبة والاتجاه العروضي جنوباً بالنسبة لموقع المحطة في منطقة الدراسة .

ومع بداية فصل الخريف تنوّالى معدلات الأمطار من جديد في الانخفاض الملموس بشكل واضح في منطقة عسير الجبلية لكل من شهور سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر، ولا سيما شهر سبتمبر الذي تشهد فيه معدلات الأمطار انخفاضاً حاداً، ويصبح هذا الشهر مثل شهر يونيو في فصل الصيف، وتبلغ معدلات الأمطار في هذا الفصل ٣,٧ مم، ٥ مم، ٦,٥ مم لكل من سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر على التوالي وجميعها تمثل أقل المعدلات عن الوضع المثالي، مما جعل إسهامها للمعدل السنوي في بداية الوضع المثالي (٨,٣%) وجميعها تمثل شهوراً جافة في منطقة عسير الجبلية وفي ٣٣ محطة بالنسبة لشهر سبتمبر وهو ما يعادل ٩٤% من عدد

المحطات، وتستثنى من ذلك محطاتكم والسودة الرطبتان اللتان تمثلان ٦% من عدد المحطات، وقد يعزى ذلك لارتفاعهما. كما يكون شهرا أكتوبر ونوفمبر جافين في ٣٤ محطة تمثل ٩٧% من عدد المحطات عدا محطة تمنية في شهر أكتوبر ومحطة النماص في شهر نوفمبر اللتين تمثلان ٣% من عدد المحطات لكل شهر، وقد يعزى ذلك لنفس السبب الأول، بالإضافة لمواقع المحطات في السفوح الرطبة.

وتتراوح معدلات الأمطار في شهر سبتمبر بين ٢٢,٣ مم كحد أقصى في علكم وصفر كحد أدنى في أكثر من محطة مثل بيشة والجوف والحرية والحيفة وصمخ، أما معدلات أمطار شهر أكتوبر فتتراوح بين ١٧,٥ مم كحد أقصى في تمنية و ١,٠ مم كحد أدنى في أدمه. وتتراوح معدلات شهر نوفمبر بين ٢٦,٤ مم كحد أقصى في النماص و ١,١ مم كحد أدنى في صمخ. وتتوافق النسب المئوية مع نمط توزيع كميات الأمطار بين محطات الدراسة لشهور فصل الخريف معاً. ونظراً لقلّة معدلات الأمطار في هذا الفصل فإن نسبة إسهامها للمعدل السنوي تشكل أقل النسب مقارنة ببقية الفصول ، وقد يعزى الجفاف الشديد لشهر سبتمبر إلى ضعف أثر الرياح الموسمية الجنوبية الغربية، لكن مع بداية شهر أكتوبر يبدأ تأثير الرياح الشمالية الغربية التي كانت سائدة في شهور الشتاء، وعليه تبدأ معدلات الأمطار في الارتفاع في شهر أكتوبر ونوفمبر عما كانت عليه في شهر سبتمبر.

\* وتستمر معدلات الأمطار في جميع محطات الدراسة بالارتفاع النسبي عما كانت عليه في شهر نوفمبر نظراً لبداية تأثير المنطقة بانخفاض درجات الحرارة التي تسهم في زيادة رطوبة الهواء وغزو منخفضات البحر الأبيض المتوسط حتى شهر ديسمبر الذي يعد أول شهور فصل الشتاء بسبب توالي انخفاض درجات الحرارة، وعليه يرتفع معدل الأمطار في هذا الفصل عن سابقه ويصل إلى ٧,٨ مم، ورغم ارتفاع معدل الأمطار النسبي في جميع المحطات إلا أن شهر ديسمبر مازال يشكل نسبة مماثلة لإسهامه في المعدل السنوي لشهر نوفمبر وهي (٤%)، وعليه يُعد شهر ديسمبر في المنطقة كسابقه شهراً جافاً وفي ٣٠ محطة تمثل ما نسبته ٨٦% من عدد المحطات، ويستثنى من ذلك ٥ محطات رطبة هي النماص ومركز بني عمرو وتومة وبلسم وتمنية وهي تمثل ١٤% من عدد المحطات، وقد يعزى ذلك إلى عامل الارتفاع أولاً وإلى مواقعها في السفوح الرطبة.

وتتبع النسبة المئوية نفس نمط توزيع كميات الأمطار بين محطات الدراسة لإسهام شهور فصل الشتاء معاً، ونظراً لارتفاع معدلات الأمطار في فصل الشتاء عن سابقه تزداد نسبة إسهامه للمعدل السنوي إذ تصل إلى ١٧,٣%.

ومما تقدم يتضح أن المحطات ذات الارتفاع الأكبر والتي تقع في السفوح المواجهة للرياح الرطبة و القريبة من البحر هي المحطات التي تستحوذ على أعلى المعدلات للأمطار الشهرية والعكس صحيح ومثال ذلك محطة النماص التي تمثل أعلى الكميات في شهور الشتاء على التوالي، و تسجل أقل الكميات بالتناوب بين كل من مركز وادي ابن هشبل ويعرى وصمخ، في حين نجد محطة علكم تسجل أعلى الكميات في شهور الصيف بينما تتليث تسجل أقل الكميات، ثم تظهر بعض المحطات الأقل ارتفاعاً من النماص لتسجل أعلى الكميات بالتناوب لشهور الربيع والخريف معاً حيث تسجل تمنية أعلى الكميات في شهري مارس وأكتوبر في حين تسجل بللسمر في شهر إبريل والزهراء في شهر مايو أعلى الكميات ، ثم تعاود للظهور ثانية علكم والنماص لتسجل أعلى الكميات في شهري سبتمبر ونوفمبر على التوالي. أما الكميات الصغرى لمعدلات الأمطار فما زالت تتليث تسجل أقل الكميات لشهر مايو في حين تسجل أبو جنية ومركز وادي ابن هشبل لكل من شهري مارس وإبريل على التوالي أقل الكميات. كما تسجل كل من بيشة والجوف والحرجة والحيفة وصمخ وأدمة المعدلات الصغرى لشهور الخريف سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر على التوالي.

يتضمن التوزيع الشهري لقيم معدلات الأمطار خمس فئات وقد تم تحديدها على معيارين مهمين هما :

- ١- الترتيب التنازلي لمعدلات الأمطار الشهرية المطلقة لجميع المحطات.
- ٢- مقياس التمثيل البياني المتجانس للمعدلات الشهرية المطلقة لكل المحطات للحصول على فئات المحطات بيانياً شكل (٧٠).

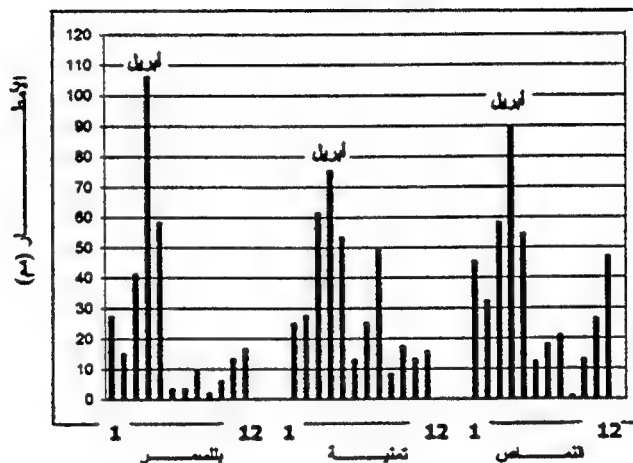
وقد اعتمدنا على بيانات ملاحق (ط - ي - ك - ل) وهي المعدلات الفعلية للأمطار الشهرية، الأمطار القصوى والصغرى الشهرية، علاقة المعدل المطلق والفعلية للأمطار الشهرية بالمعدل السنوي للأمطار، في تحديد خصائص فئات المحطات المصنفة شهرياً اعتماداً على المعدل الشهري المطلق للأمطار الفترة المدروسة، كالتالي :

#### الفئة الأولى:

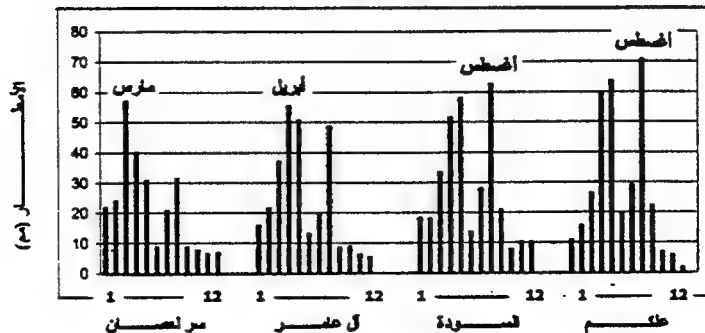
وتتشكل من (٣) محطات هي: بللسمر والنماص وتمنية، وتتراوح ارتفاعاتها بين ٢٦٠٠ م و ٢٢٥٠ م، وبمسافة تبعد عن البحر تتراوح بين ١٣٣ كم في النماص و ١٢٠ كم في بللسمر، وبمواقع متنوعة بين السفوح الرطبة كالسفوح الشمالية الشرقية والغربية والجنوبية على التوالي وتتميز معدلات الأمطار فيها بالتالي جدول (٤٥).

شكل (٧٠)  
تغيرات المعدلات الشهرية المطلقة للأمطار بالمحطات  
المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧ م.

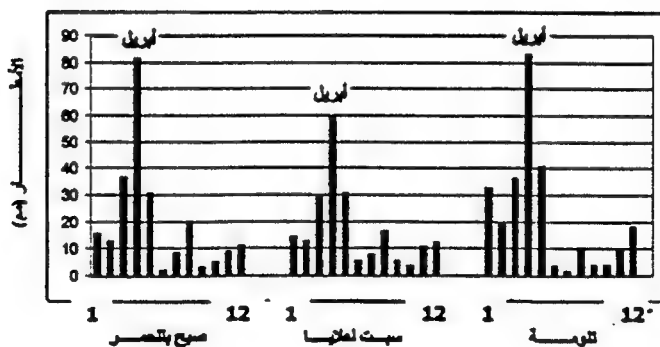
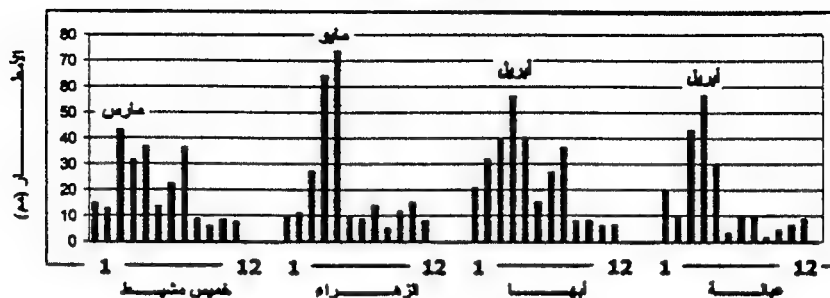
الفترة الأولى



الفترة الثانية



الفترة الثالثة

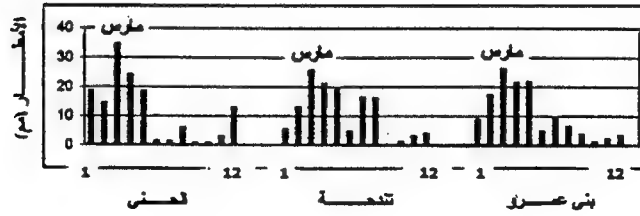
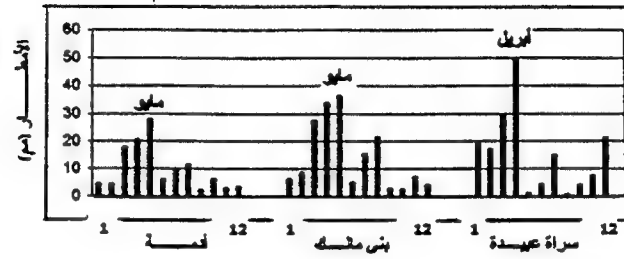


1 يناير  
12 ديسمبر

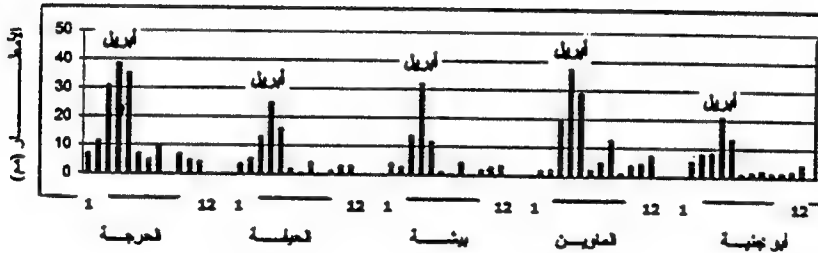
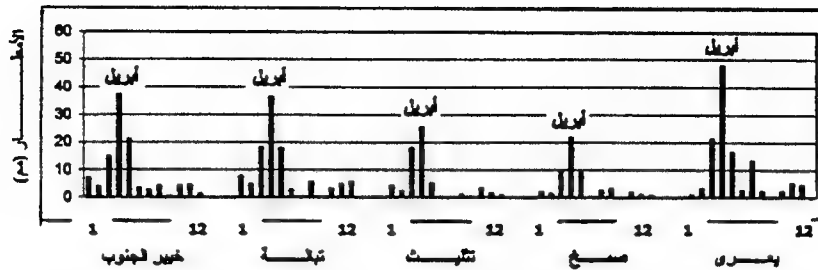
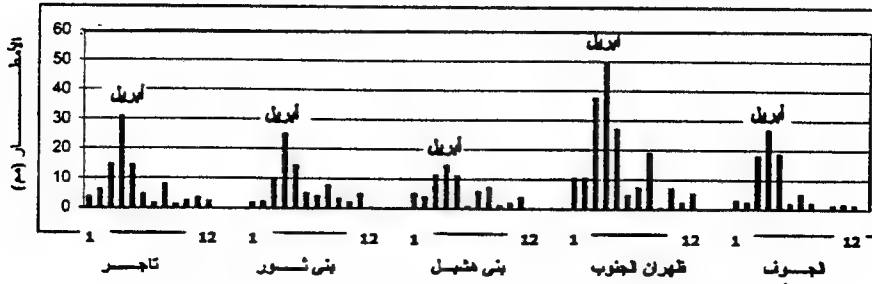


تابع شكل (٧٠)  
تغيرات المعدلات الشهرية المطلقة للأمطار بالمحطات  
المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧ م.

الفترة الرابعة



الفترة الخامسة



1 يناير  
22 ديسمبر

المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

جدول (٤٥)

تغيرات معدل الأمطار للقطاعات الشهرية في محطات المنطقة الجبلية بمسير

١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

أنواع القاعات	معدل مطلق (مم)	الشهر و المحطة	% للمعدل الشهري المطلق من المعدل السنوي المطلق	المعدل الفعلي (مم)	الشهر و المحطة	% للمعدل الشهري الفعلي من المعدل السنوي الفعلي	الأمطار التقصوي (مم)	الشهر و المحطة	الأمطار الصغرى (مم)	الشهر و المحطة
الفترة الأولى (٣ محطات)	١٠٦,١ ١,١	أبريل / بلسمر سبتمبر / النماص	% ٥٨ % ١	١٣٥,٠ ٢,١	أبريل / بلسمر سبتمبر / النماص	% ٤٤ % ١	٢٩٨,٠ ٨,٨	أبريل / تنمية سبتمبر / النماص	١٦,٥ ٠,٢	أبريل / بلسمر عدة شهور / النماص
الفترة الثانية (٤ محطات)	٧٠,٧ ٢,١	أغسطس / علكم ديسمبر / علكم	% ٣٩ % ١	٧٦,٠ ٧,٤	أبريل / علكم ديسمبر / علكم	% ٢٥ % ٢	٢٩٣,٠ ٢٥,٤	مارس / سر لمصان سبتمبر / آل عامر	١٤,٥ ٠,٢	مايو / علكم عدة شهور / السودة سر لمصان
الفترة الثالثة (٧ محطات)	٨٣,٠ ١,٥	أبريل / تنومة سبتمبر / عباله	% ٤٥ % ١	١١٠,٧ ٣,٩	أبريل / تنومة سبتمبر / عباله	% ٣٦ % ١	٣٣٢,٠ ٩,٤	أبريل / سبت العلالا سبتمبر / عباله	١٤ ٠,١	مايو / تنومة عدة شهور / خ. شبيط سبت العلالا
الفترة الرابعة (٦ محطات)	٤٩,٥ ٠,٥	أبريل / م. بني عمرو سبتمبر / بني مالك	% ٢٧ % ٠	٥١,٤ ١,٥	أبريل / م. بني عمرو سبتمبر / م. بني عمرو	% ١٧ % ١	٢٦٥ ٧,٤	مارس / أمسه سبتمبر / م. بني عمرو	٣٦,٨ ٠,١	أكتوبر / بني مالك عدة شهور / أمسه
الفترة الخامسة (١٥ محطة)	٤٩,٥ ٠,٠	أبريل / ظ. الجنوب سبتمبر / عدة محطات	% ٢٧ % ٠	٧٤,٨ ٠,٠	يوليو / يعري سبتمبر / الحرجة والجوف	% ٢٥ % ٠	٣٨٤,٠ ٠,٠	أبريل / تنالاه سبتمبر / الحرجة والجوف	٤٢,٠ ٠,٠	ديسمبر / الجوف سبتمبر / الحرجة والجوف

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والسيادة قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ويلاحظ على الفئة الأولى أن القيم القصوى للأمطار سواء للمعدلات المطلقة أو الفعلية ونسبة إسهامها للمعدل السنوي والأمطار السنوية القصوى والصغرى يمثلها شهر إبريل في بلسمر وتمنية على التوالي، في حين يكون شهر سبتمبر على العكس من ذلك يمثل القيم الصغرى لجميع القيم السابقة في النماص. وهذا يوضح تأثير قيم معدلات الأمطار بعامل الارتفاع.

### الفئة الثانية.

وتشكل من (٤) محطات هي: علكم والسودة وآل عامر وسرلحصان ، وتتراوح ارتفاعاتها بين ٢٤٨٠ م و ٢١٠٠ م وبمسافة تبعد عن البحر تتراوح بين ١٣٨ كم في آل عامر و ٩٥ كم في السودة. وتقع محطات هذه الفئة بين السفوح الشمالية والشرقية وتتميز معدلات الأمطار فيها بالتالي :

- أ- معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٧٠,٧ مم في شهر أغسطس ٢,١ مم في شهر ديسمبر.
- ب- نسبة إسهام معدلات الأمطار المطلقة للمعدل السنوي تتراوح بين (٣٩%) في علكم و (١%) في علكم.
- ج- معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٧٦,٠ مم في شهر أبريل ٧,٤ مم في شهر ديسمبر.
- د- نسبة إسهام معدلات الأمطار الفعلية للمعدل السنوي تتراوح بين (٢٥%) في علكم و (٢%) في علكم.
- هـ- أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٩٣,٠ مم لشهر مارس في سرلحصان و ٢٥,٤ مم لشهر سبتمبر في آل عامر .
- و- أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١٤,٢ مم لشهر مايو في علكم و ٠,٢ مم لعدة شهور في السودة وسرلحصان.

ويلاحظ على معدلات هذه الفئة أن القيم القصوى والصغرى لمعدلات الأمطار المطلقة والفعلية ونسبة إسهام كل منهما للمعدل السنوي على السواء يمثلها شهور أغسطس وإبريل وديسمبر في علكم على التوالي. أما بالنسبة للأمطار السنوية القصوى فيمثلها شهرا مارس ومايو في سرلحصان وعلكم، في حين يكون شهر سبتمبر يمثل الأمطار السنوية الصغرى في آل عامر وأكثر من شهر في السودة وسرلحصان.

الفئة الثالثة.

وتتشكل من (٧) محطات هي: صبح بللحمر وتتومة والزهراء وسبت العاليا وأبها وعباله وخميس مشيط، وتتراوح ارتفاعاتها بين ٢٨٢٠ م و ١٨٥٠ م وبمسافة تبعد عن البحر تتراوح بين ١٣٨ كم في خميس مشيط و ١٠٠ كم في تتومة والزهراء، وتقع محطات هذه الفئة بين السفوح الشمالية والشمالية الشرقية وتتميز معدلات الأمطار فيها بالتالي.

- أ- معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٨٣,٠ مم في شهر أبريل و ١,٥ مم في شهر سبتمبر.
- ب- نسبة إسهام معدلات الأمطار المطلقة للمعدل السنوي تتراوح بين (٤٥%) في تتومة و (١%) في عباله.
- ج- معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ١١٠,٧ مم في شهر أبريل و ٣,٩ مم في شهر سبتمبر.
- د- نسبة إسهام معدلات الأمطار الفعلية للمعدل السنوي تتراوح بين (٣٦%) في تتومة و (١%) في عباله.
- هـ- أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٣٢٢,٠ مم لشهر أبريل في سبت العاليا و ٩,٤ مم لشهر سبتمبر في عباله .
- و- أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١٤,٠ مم لشهر مايو في تتومة و ٠,١ مم في عدة شهور لكل من خميس مشيط وسبت العاليا.

ويلاحظ على معدلات هذه الفئة أن شهر أبريل ما زال يمثل القيم القصوى في كل من المعدلات المطلقة والفعلية والأمطار السنوية القصوى في تتومة وسبت العاليا على التوالي، أما الأمطار السنوية الصغرى فيمثلها شهر مايو في تتومة ، في حين يكون شهر سبتمبر وغيره من الشهور تمثل القيم الصغرى في المعدلات المطلقة والفعلية والأمطار السنوية القصوى والصغرى في عباله وخميس مشيط وسبت العاليا .

الفئة الرابعة.

وتتشكل من (٦) محطات هي: سراةعبيدة وبني مالك والحني وأدمة وتندحة ومركز بني عمرو، وتتراوح ارتفاعاتها بين ٢٤٠٠ م و ١٢٠٠ م ، و بمسافة تبعد عن البحر تتراوح بين ١٧٥ كم في سراةعبيدة و ١٠٨ كم في بني مالك، وتقع محطات هذه الفئة بين السفوح الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية وتتميز معدلات الأمطار فيها بالتالي :

- أ- معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٤٩,٥ مم في شهر أبريل و ٠,٥ مم في شهر سبتمبر.
- ب- نسبة إسهام معدلات الأمطار المطلقة للمعدل السنوي تتراوح بين (٢٧%) في مركز بني عمرو و (صفر%) في بني مالك.
- ج- معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٥١,٤ مم في شهر أبريل و ١,٥ مم في شهر سبتمبر.

- د- نسبة إسهام معدلات الأمطار الفعلية للمعدل السنوي تتراوح بين (١٧ %) في مركز بني عمرو و (١%) في مركز بني عمرو.
- هـ- أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٦٥,٠ مم لشهر مارس في أدمة و ٧,٤ مم لشهر سبتمبر في مركز بني عمرو.
- و- أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٣٦,٨ مم لشهر أكتوبر في بني مالك و ٠,١ مم في عدة شهور لكل من أدمة ومركز بني عمرو.

ويلاحظ على معدلات هذه الفئة أن شهر أبريل يمثل القيم القصوى في المعدلات المطلقة والفعلية ونسبة إسهام كل منهما للمعدل السنوي لنفس المحطة على التوالي في مركز بني عمرو، وشهر سبتمبر يمثل القيم الصغرى لنفس المعدلات في بني مالك ومركز بني عمرو على التوالي، وشهر مارس يمثل القيم القصوى والصغرى للأمطار السنوية القصوى لكل من أدمة ومركز بني عمرو على التوالي. وأخيراً شهر أكتوبر يمثل القيم القصوى للأمطار السنوية الصغرى في بني مالك، في حين يكون أكثر من شهر يمثل القيمة الصغرى للأمطار السنوية الصغرى في أدمة ومركز بني عمرو.

#### الفئة الخامسة.

وتتشكل من (١٥) محطة هي بقية محطات منطقة الدراسة، وتتراوح ارتفاعاتها بين ٢٣٥٠ م في الحرجة و ٩٧٥ م في تثليث و بمسافة تبعد عن البحر تتراوح بين ٢٨٨ كم في تثليث و ١٢٥ كم في تاجر. وتقع جميع محطات هذه الفئة بين السفوح الشمالية والشمالية الغربية والشمالية الشرقية، وتتميز معدلات الأمطار فيها بالتالي :

- أ- معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٤٩,٥ مم في شهر أبريل و ٠,٠ مم في شهر سبتمبر.
- ب- نسبة إسهام معدلات الأمطار المطلقة للمعدل السنوي تتراوح بين (٢٧%) في ظهران الجنوب و (صفر%) في أكثر من محطة هي الحرجة والجوف والحيفة وبيشة وصمخ.
- ج- معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٧٤,٨ مم في شهر يوليو و ٠,٠ مم في شهر سبتمبر.
- د- نسبة إسهام معدلات الأمطار الفعلية للمعدل السنوي تتراوح بين (٢٥%) في يعرى و (صفر%) في الحرجة والجوف.
- هـ- أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٣٨٤,٠ مم لشهر أبريل في تبالة و ٠,٠ مم لشهر سبتمبر في الحرجة والجوف.
- و- أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٤٢,٠ مم لشهر ديسمبر في الجوف و ٠,٠ مم لشهر سبتمبر في الحرجة والجوف.

ويلاحظ على معدلات هذه الفئة أن شهور أبريل ويوليو وديسمبر تمثل القيم القصوى لمختلف قيم معدلات الأمطار مع اختلاف المحطات وهي ظهران الجنوب والمادين ويعري وتبالة والجوف على التوالي لمختلف القيم، في حين يكون شهر سبتمبر يمثل القيم الصغرى في جميع قيم المعدلات في عدة محطات منها الحرجة والجوف.

ومن خلال ما تقدم بالنسبة للتغيرات الشهرية للأمطار المطلقة في المنطقة الجبلية بعسير، نجد أن :

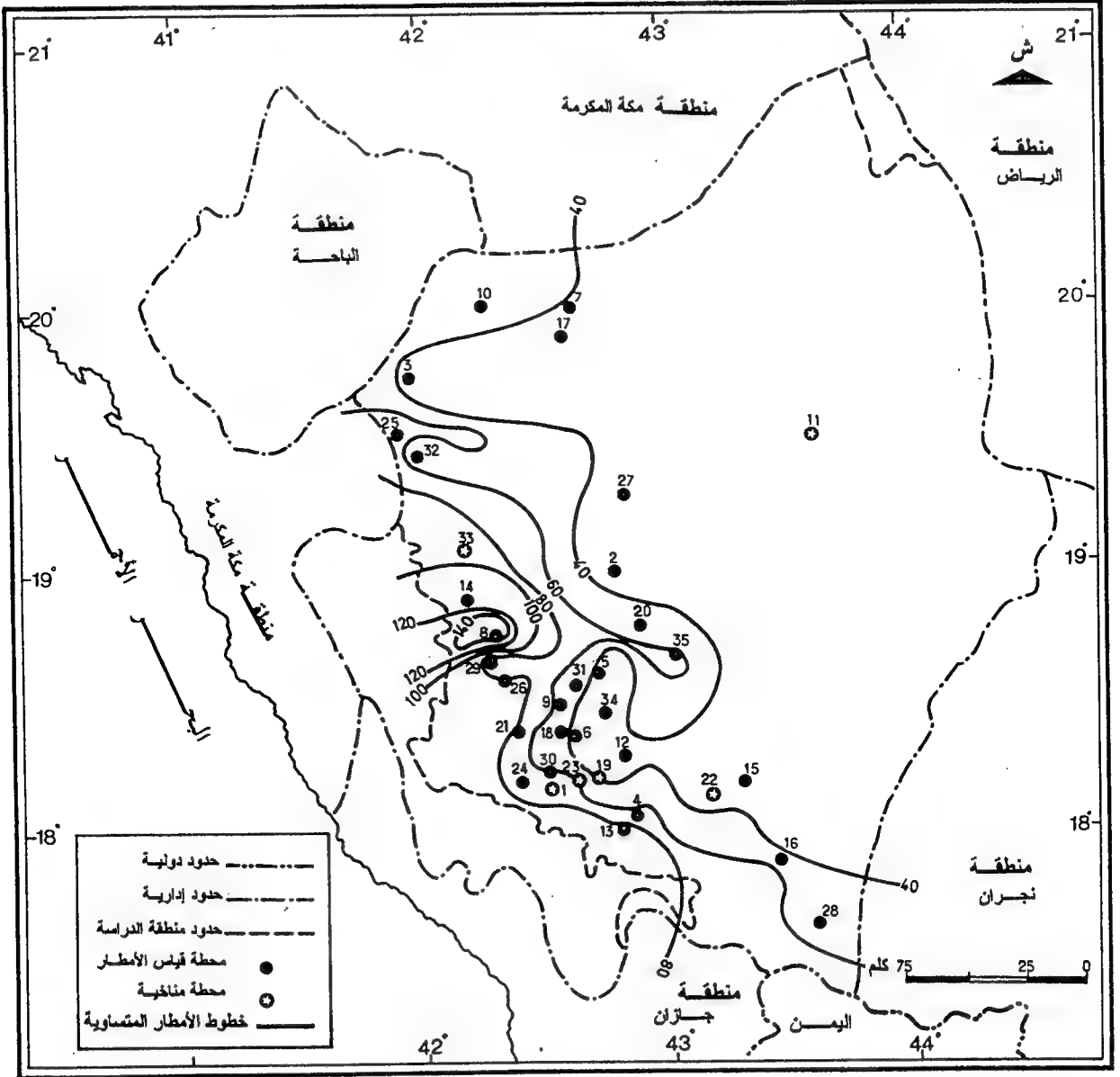
- شهر أبريل يمثل القيم القصوى لجميع فئات التوزيع في معظم قيم معدلات الأمطار.
- شهر سبتمبر يمثل القيم الصغرى لجميع فئات التوزيع في معظم قيم معدلات الأمطار.
- المحطات الأكثر ارتفاعاً والأقل بعداً عن البحر وذات المواقع في السفوح المواجهة للرياح الرطبة هي باستمرار في جميع فئات التوزيع تمثل القيم القصوى لمختلف قيم معدلات الأمطار، في حين يكون على العكس من ذلك المحطات الأقل ارتفاعاً والأكثر بعداً عن البحر وذات المواقع المظاهرة لمسار الرياح الرطبة تمثل القيم الصغرى في معظم قيم معدلات الأمطار بصورة عامة عدا بعض الاستثناءات في المنطقة.

يوضح شكل (٧١) التوزيع المكاني للمعدلات الشهرية للأمطار الفعلية لشهر أبريل

كالتالي :

- يتمثل التوزيع المكاني لخطوط الأمطار المتساوية لمعدلات الأمطار الفعلية لشهر أبريل التي تتناقص تدريجياً من الغرب نحو الشرق، بحيث لا يتعدى خط المطر المتساوي لمعدل (٤٠) مم بمحطة صمخ على ارتفاع (١٤٨٠) م شرقاً.
- يتناسب التوزيع المكاني لمعدل الأمطار الفعلية لشهر أبريل أكثر مع التوزيع المكاني لمعدل الأمطار المطلقة لفصل الصيف.
- يتراوح معدل الأمطار الفعلية لشهر أبريل بين (١٣٥) مم بمحطة بللمر على ارتفاع (٢٢٥٠) م و (١٨,٧) مم بمحطة وادي ابن هشبل على ارتفاع (١٦٥٠) م.
- يتزايد تدريجياً معدل الأمطار الفعلية لشهر أبريل مع زيادة ارتفاع التضاريس كلما اتجهنا غرباً حتى يصل أقصاه بمحطة بللمر على ارتفاع (٢٢٥٠) م ويتناسب هذا الارتفاع التدريجي لمعدل الأمطار الفعلية لشهر أبريل مع التوزيع المكاني لمعدل الأمطار السنوية المطلقة والفعلية ومعدل الأمطار الفصلية المطلقة والفعلية لفصلي الربيع والشتاء. وتنقسم المنطقة الجبلية بعسير خلال فصل الصيف وخلال شهر أبريل المطير بنطاقين مطريين لا تتعدى خلالهما خطوط الأمطار المتساوية شرقاً محطة صمخ على ارتفاع (١٤٨٠) م بخط أمطار يصل على التوالي (٢٠) مم و (٤٠) مم.

شكل (٧١)  
معدل الأمطار الشهرية (الفعلية) شهر أبريل في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

ومن خلال التحليل للتوزيع السنوي والفصلي والشهري لمعدلات الأمطار المطلقة والفعلية وتقدير التبخر /النتح (الفصل الثالث) اتضح أن معدلات الأمطار تتأثر بكميات التبخر /النتح حيث يعد من أكثر الوسائل التي تؤدي إلى ضياع كميات كبيرة من الأمطار الساقطة خاصة إذا توافقت مع الفصل الحار، و حيث لا يستطيع النبات الاستفادة من جميع كميات الأمطار الساقطة لتأثرها بالتبخر /النتح، يتضح أن جبال السروات وهضبة عسير تستقبل أمطاراً غزيرة خاصة محطات السروات ذات الارتفاع التضاريسي الكبير، ومن خلال حساب وتقدير الميزان المائي في المنطقة اتضح أن المنطقة تستقبل أمطاراً تعادل (١٤٦٦٤٤) مليون م<sup>٣</sup> سنوياً وأن هناك فاقداً بالتبخر/النتح يعادل ما نسبته ٥٥% من إجمالي الأمطار الهائلة ولا تتم الاستفادة منه وقد تعزى نسبة ارتفاع ذلك الفاقد المائي إلى أكثر من عامل يؤثر في عملية التبخر/النتح (الفصل الثالث) ورغم ذلك تظل منطقة جبال السروات وهضبة عسير ذات غطاء نباتي يتميز بالتنوع والكثافة التي تسهم في توفير رطوبة عالية في الجو عن باقي مناطق المملكة الأخرى، وكما تؤثر العناصر المناخية في الغطاء النباتي يتأثر هو أيضاً بعناصر المناخ كالإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية والرياح والتبخر/النتح وكميات الأمطار التي تتأثر بدورها بالتضاريس والقرب والبعد عن البحر وأنواع الرياح بالإضافة لأنواع التربة ودرجة نفاذيتها ومدى قدرتها على حفظ المياه.



## الفصل الخامس

### المياه والتربة في الأراضي الجبلية بعسير

#### أولاً - أهمية العلاقة بين المياه والتربة.

يتشكل الهيكل الأساسي للتربة من أجسام طبيعية من الحبيبات المعدنية والمواد العضوية بالإضافة إلى الهواء والماء. ويلعب الاختلاف النسبي لهذه المكونات الأولية دوراً في تحديد خواصها وقدرتها الامتصاصية، وتنشأ المواد الصلبة للتربة إما نتيجة عمليات الهدم بفعل عوامل التعرية الطبيعية المختلفة والأنشطة الحيوية الأخرى التي تؤدي إلى تفتيت الصخور مع الزمن.. أو من خلال العمليات البنائية في تكوين التربة التي تقوم بها البقايا العضوية المتحللة للنباتات والكائنات الحية الدقيقة أو الميتة. أما الفراغات بين هذه المواد الصلبة فهي تُشغل إما بالهواء أو الماء سواء تم ذلك جزئياً أو كلياً.

ويُعد المحتوى المائي للتربة أو ما يعبر عنه برطوبة التربة من أهم العوامل المؤثرة في قدرة التربة على دعم النبات، فالماء يدخل مع ثاني أكسيد الكربون - وفي وجود أشعة الشمس والكلوروفيل - كعنصر محدد لعملية البناء الضوئي وتكوين المواد الكربوهيدراتية. والماء مهم في نمو النبات وتحديد أنواعه وكثافته وتوزيعه، وله دور كبير في كل مرحلة من مراحل النمو ابتداءً من مرحلة الإنبات وانتهاءً بمرحلة الإزهار وتكوين البذور والثمار. كما أن الماء هو المذيب الأعظم للعناصر الغذائية التي تصل إلى النبات عن طريق الانتشار الغشائي، ويحقق أهم فائدة لنمو النبات من خلال التوازن المائي المصاحب لعمليات النتج المسؤولة عن تنظيم درجة حرارة النبات.

وكما يُعد المطر من أهم عناصر إمداد التربة بالمياه حيث يؤدي، لدى هطوله، إلى تشبع التربة بالماء ويبقى جزء منه داخل مسام التربة الشعرية فيما يعرف بالماء الشعري، ويستفيد النبات منه مباشرة لوجوده في منطقة الجذور، ومع ذلك فقد يفقد معظمه بالتبخر أو عن طريق النتج الورقي. وبعد التشبع الكامل يتم ترشح الماء الفائض إلى الثقوب الكبيرة غير الشعرية فيما يعرف بمياه الجاذبية الأرضية، ويتوقف مدى الترشح على جميع حبيبات التربة وتركيبها وغالباً لا يتم الترشح فوق طبقة صماء أسفل التربة بل يبقى في وضع مستو يعرف بالمستوى المائي الأرضي وغالباً ما يكون بعيداً عن متناول جذور النبات مجاهد (١٩٩٥م).

ويهدف هذا الفصل إلى التعرف على الظروف المائية للمنطقة الجبلية في عسير، وتأثير ذلك على خصائص التربة التي لها انعكاسات واضحة في مدى تنوع الغلاف النباتي بها، وفي هذا المجال تمت دراسة الناحية الكيفية والكمية للخواص الهيدرولوجية لأحواض التصريف الرئيسة بالمنطقة الجبلية في عسير وتحديد عناصر الإمداد والفقد المائي المسؤولة عن التوازن المائي

بالمنطقة واستحدث تصنيف للتربة يوضح الخواص الطبيعية والمميزات المائية للوحدات الممثلة للتربة في المنطقة، ومن ثم معرفة أثر عناصر الإمداد والفقء المائي في تحديد أسلوب تغذية المياه المترسبة للتربة والمياه الجوفية، ومعرفة فترة العجز المائي التام للتربة خلال الدورة المائية.

وتكمن أهمية هذه الدراسة في كونها المدخل الأساسي لفهم طبيعة الغلاف النباتي في منطقة عسير الجبلية التي تعكس الصورة الحقيقية لمدى تنوع هذا الغلاف النباتي وكثافته بالمنطقة.

## ثانياً - هيدرولوجية المنطقة.

### أحواض التصريف.

تغطي المنطقة الجبلية بعسير العديد من مجاري الأودية والروافد، وتضم العديد من أحواض التصريف (Drainage Basins) التي تشكل في مجملها أكثر من نظام تصريف للمياه (Drainage Pattern) شكل (٧٢)، ويشغل حوضاً تصريف وادي بيشة ووادي تثليث معاً قرابة ثلثي مساحة المنطقة. أما الجزء الباقي من المنطقة الجبلية بعسير فيتوزع على أجزاء من أحواض التصريف هي :

#### أ- الجزء الغربي من حوض تصريف وادي نجران:

ويغطي المنطقة الممتدة من خط تقسيم المياه الجنوبي لحوض تصريف وادي تثليث حتى حدود منطقة عسير الجبلية في الركن الجنوبي الشرقي.

#### ب- الجزء الجنوبي من حوض تصريف وادي رنية:

ويغطي المنطقة الممتدة من خط تقسيم المياه الشمالي لحوض تصريف وادي بيشة حتى حدود منطقة عسير الجبلية في الركن الشمالي الغربي.

#### ج- الأجزاء الشرقية لحوض تصريف أودية البحر الأحمر:

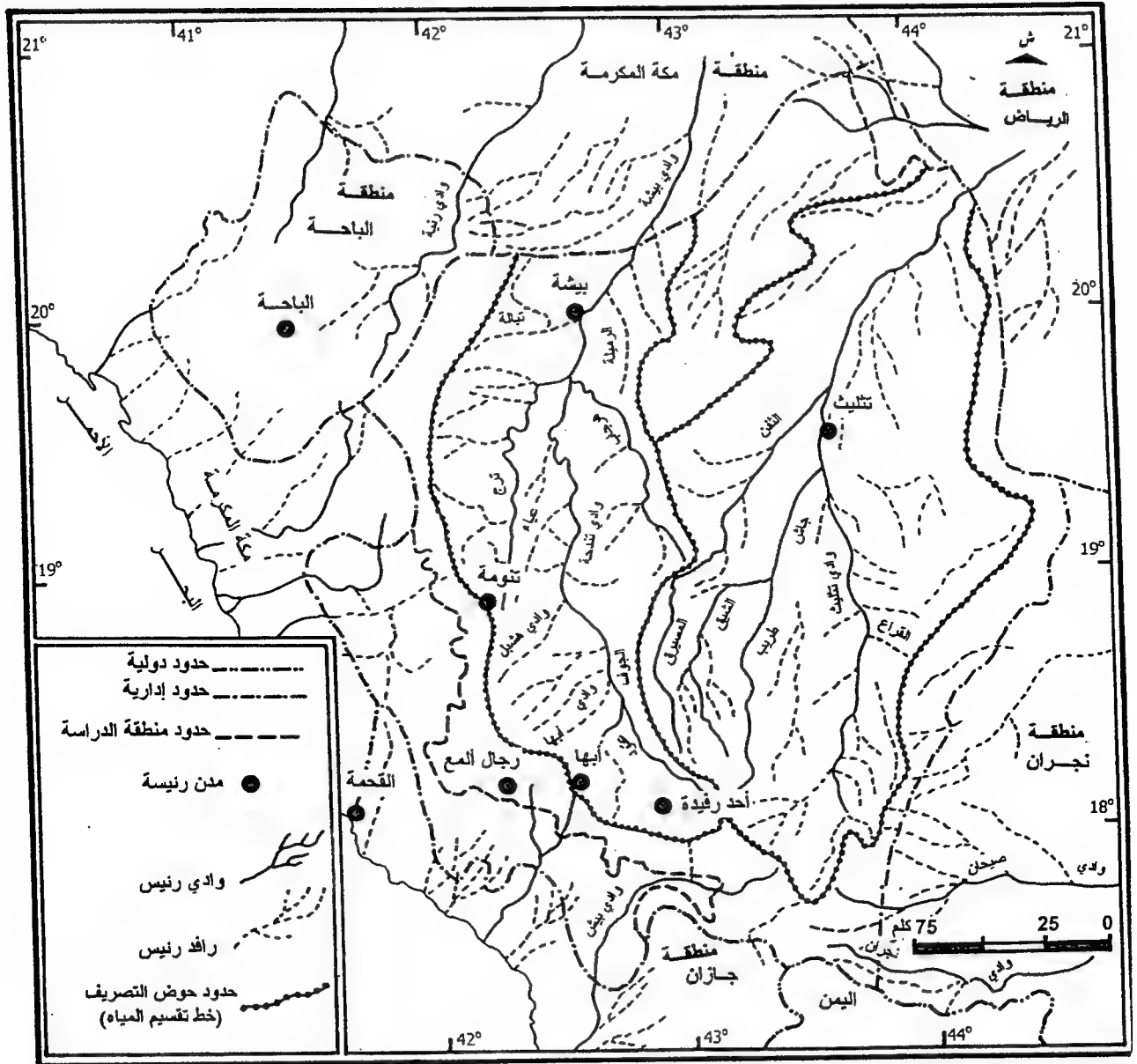
وتغطي المنطقة الممتدة من خط تقسيم المياه الغربي لحوض تصريف وادي بيشة حتى حدود منطقة عسير الجبلية غرباً.. وتعتبر هذه الأجزاء النطاق العلوي لهذه الأحواض - المنابع - قبل انحدارها إلى السهل الساحلي للبحر الأحمر.

#### د- الجزء الجنوبي الغربي من حوض تصريف وادي الدواسر:

ويغطي المنطقة الممتدة بين خطي تقسيم المياه الشمالي لحوض تصريف وادي بيشة ووادي تثليث شمال المنطقة الجبلية بعسير.

واهتمت هذه الدراسة بشرح الخواص الهيدرولوجية المميزة (الكمية والكيفية) لحوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث لكونهما أنظمة مائية شبه متكاملة في المنطقة الجبلية بعسير، وذلك بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية التي تغطي كامل المنطقة الجبلية في عسير بمقياس رسم (١:٢٥٠٠٠٠) والتي أعدت من قبل وزارة البترول والثروة المعدنية ١٩٩٩م.

شكل (٧٢)  
أحواض التصريف في منطقة عسير الجبلية.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000، NE 38-1، NE 38-2، NE 38-5، NE 38-6، NE 38-10، NE 38-13، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م.

## الخواص الهيدرولوجية لحوض تصريف وادي بيشة.

١- يبدأ المجرى الرئيسي الأعلى لحوض تصريف وادي بيشة من نقطة قريبة من أحد رفيدة ثم يأخذ اتجاه الشمال الغربي حتى يلتقي برافد وادي بن هشبل ثم يتجه شمالاً حتى الحيفة - جنوب مدينة بيشة- ويلتقي مع وادي هرجاب من جهة الشرق ووادي ترج من جهة الغرب. ومن ثم يأخذ المسار الرئيسي الأوسط من حوض وادي بيشة في اتجاه الشمال الشرقي إلى خارج المنطقة الجبلية بعسير.

٢- يظهر حوض تصريف وادي بيشة في المنطقة الجبلية بعسير على هيئة نظام تصريف مياه ذي نمط شجري متعدد الفروع (Dense Denteritic Pattern) خاصة في المنطقة الجبلية المرتفعة جنوب وجنوب غرب المنطقة، حيث تكون نوعية الصخور الأم ذات مقاومة متسقة إلى حد ما.

٣- تتباين معدلات استمرار تدفق مياه الأودية والروافد المغذية لحوض التصريف من موقع إلى آخر، ومع ذلك يمكن تمييز ثلاثة أنماط من خطوط التصريف (Drainage lines) التي تغذي المجرى الرئيسي وهي:

- أودية موسمية (Intermittent Wadis) وهي التي تجري بها المياه على السطح غالبية أشهر السنة، وتتأثر جزئياً بالتبخر وتعد من الأودية المغذية الرئيسية للمجرى الرئيسي للحوض. ومن أمثلتها وادي ترج ووادي هرجاب.

- أودية فرعية - سريعة الزوال - (Ephemeral Wadis) وهي التي تجري مياهها نتيجة تدفق وجريان المياه المفاجئ خلال موسم الأمطار ( Flush Run Off) وتعد مصدراً من مصادر التغذية إما للمجرى الرئيسي أو للأودية الموسمية، ومن أمثلتها وادي تندحة ووادي ابن هشبل.

- أودية جافة (Dry Wadis) ليس لها قدرة على جريان المياه على سطحها خلال موسم الأمطار ومع ذلك فهي مصدر تغذية للأودية الموسمية وفروعها الأساسية من خلال الجريان تحت السطحي (Subsurface Run Off) ومن أمثلتها وادي القاع.

٤- يمكن اعتبار حوض تصريف وادي بيشة حوضاً من الدرجة الرابعة حيث تكون دورة التعرية (Erosion Cycle) مازالت نشطة، ومن أمثلة ذلك مجموعة أودية (عرعره - حوارن - ترج - بيشة).

## جدول (٤٦)

الخواص الهيدرولوجية للأحواض الفرعية لحوض تصريف وادي بيشة

اسم الحوض الفرعي	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	الكثافة (كم/كم <sup>٢</sup> )	الشكل (الطول/العرض)
وادي تندحة	٩٤٠	٠,٢	١,٥
الجوف	٤٨٠	٠,٢	٥,٠
عتود	١٦٥٠	٠,٢	١,٥
أبها	١٩٢٠	٠,٣	٢,٠
ابن هشبل	١١٠٠	٠,٥	٣,١
عياء	١٢٥٠	٠,٤	٥,٢
هرجاب	٣٧٤٠	٠,٦	٢,٥
ترج	٣١٧٠	٠,٨	٢,٦
تبالة	١٩٩٠	٠,٣	١,١
الرميله	١٥٨٠	٠,٢	١,٦

الجدول من إعداد الباحثة.

\* تم قياس المساحة باستخدام جهاز البلانيمتر (Planimeter) وأطوال خطوط التصريف باستخدام عجلة القياس (Curvimeter) من الخرائط الطبوغرافية (١ : ٢٥٠,٠٠٠)، وزارة البترول والثروة المعدنية ١٩٩٩م.

- ٥ - توضيح الدراسة الكمية لهيدرولوجية حوض تصريف وادي بيشة (الجدول ١/٥) التالي:
- أن مساحة الحوض الإجمالية في المنطقة الجبلية بعسير نحو (١٧٨٠٠) كم<sup>٢</sup> تمثل ما يزيد عن (٨٥%) من الجزء الأعلى والأوسط من الحوض وتقدر بنحو (٢١٠٠٠) كم<sup>٢</sup>.
  - إن طول الحوض من نقطة المنبع قرب أحد رفيدة إلى نهاية حدود منطقة عسير الجبلية نحو (٢٤٧) كم وأن أقصى عرض للحوض لا يزيد عن (١١٠) كم موازياً لخط العرض (١٩ ١٠) من نقطة غرب النماص شرقاً حتى نقطة تقع شمال شرق أبو جنية وهذا يعني أن نسبة طول الوادي إلى عرضه في المنطقة الجبلية بعسير (٢,٥ : ١).
  - إن أعلى نقطة في منبع الحوض تقع في الجنوب على ارتفاع (٢٣٠٠)م فوق مستوى سطح البحر أما أدنى نقطة للحوض فتقع شمال المنطقة الجبلية بعسير على ارتفاع (١٠٢٠) م فوق مستوى سطح البحر وهذا يعني أن المعدل العام لانحدار الحوض نحو (٥,٢ متر/كم) وهو معدل انحدار فوق المتوسط.

- يمكن تقسيم حوض تصريف وادي بيشة إلى (١٠) أحواض تصريف مياه فرعية - على الأقل - يشكل كل منها حوض تصريف له خواصه الهيدرولوجية المميزة وهي تعكس طبيعة حوض بيشة على النحو التالي :

\* يعد حوضا التصريف الفرعيان لوادي هرجاب ووادي ترج أكبر الأحواض الفرعية مساحة ويبلغان (٣٧٤٠) كم<sup>٢</sup>، (٣١٧٠) كم<sup>٢</sup> على التوالي. بينما يعد حوض التصريف الفرعي لوادي الجوف أقلها مساحة ولا يتجاوز (٤٨٠) كم<sup>٢</sup> شكل (٧٣).

\* يمثل حوض التصريف الفرعي لوادي ترج أكبر الأحواض الفرعية كثافة حيث يقدر إجمالي أطوال خطوط التصريف إلى المساحة الإجمالية للحوض بنحو (٠,٨) كم/كم<sup>٢</sup> يليه حوض هرجاب حيث الكثافة نحو (٠,٦) كم/كم<sup>٢</sup> وتتراوح كثافة باقي الأحواض الفرعية بين (٠,٢ - ٠,٥) كم/كم<sup>٢</sup> وفي كل الحالات فإن المتوسط العام للكثافة الهيدرولوجية لحوض وادي بيشة يقدر بنحو (٠,٣٣) كم/كم<sup>٢</sup> وهذا يعني أن هذا الحوض يمثل، هيدرولوجياً، نظاماً لحوض تصريف ضعيف (Weak drained System) شكل (٧٤).

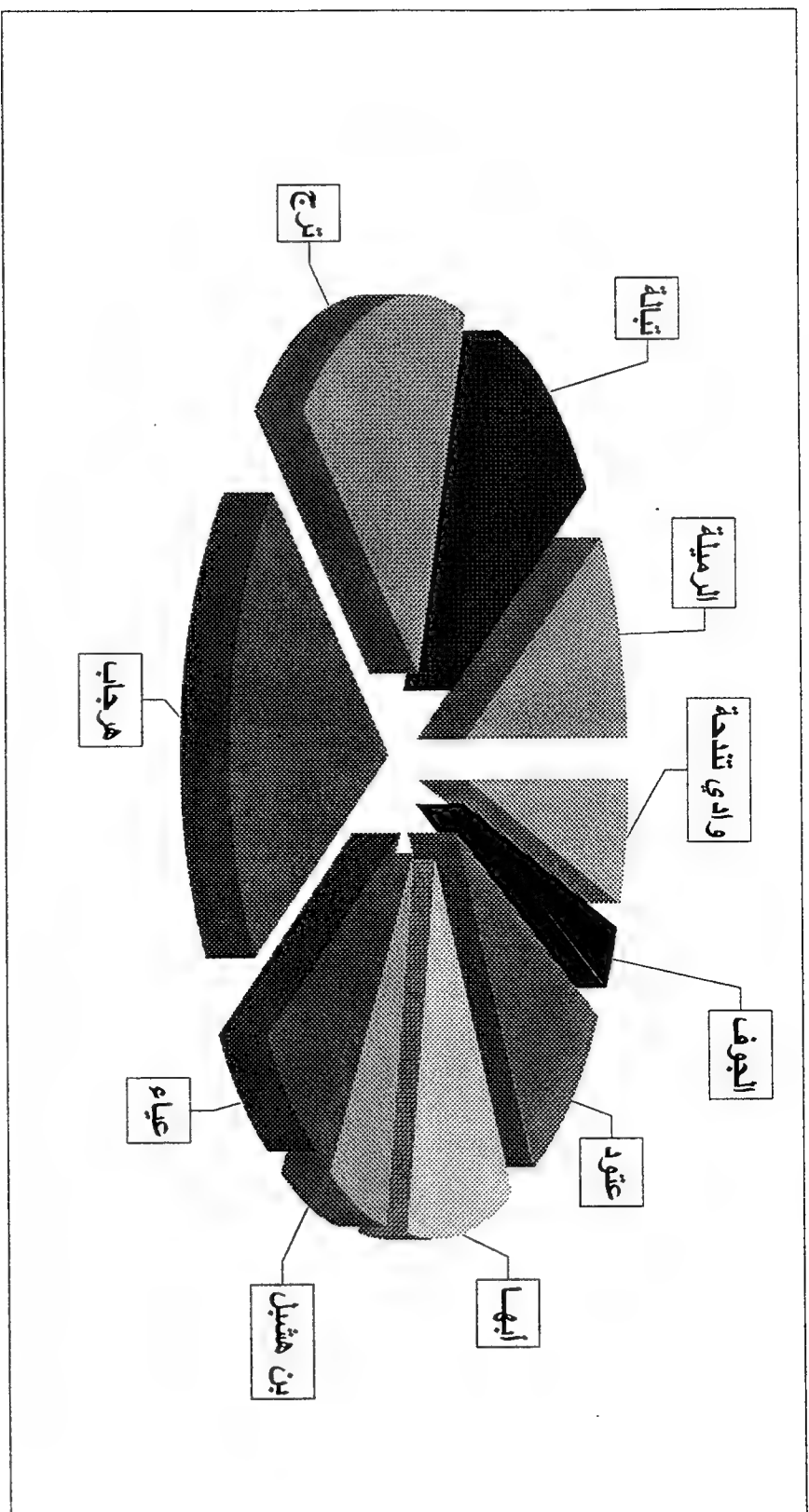
\* الشكل المقدر للأحواض الفرعية العشرة (نسبة الطول/العرض) لا يعكس بالضرورة الشكل العام لحوض تصريف وادي بيشة باستثناء حوضي ترج وهرجاب وقد تتباين هذه النسبة خاصة للأحواض الفرعية الأقل مساحة.. وفي كل الحالات فإن هذه النسبة تزيد عن (١,٠) وربما تصل إلى (٥,٠) كما هو الحال في حوض التصريف الفرعي لوادي الجوف.

#### الخواص الهيدرولوجية لحوض تصريف وادي تثليث.

١- يبدأ المجرى الرئيسي الأعلى لحوض تصريف وادي تثليث من نقطة جنوب الحرجة ثم يمتد في اتجاه الشمال إلى نقطة شمال مدينة تثليث حيث يلتقي برافد تغذية أساسي -وادي الثفن - ومن ثم يأخذ اتجاه الشمال الشرقي إلى خارج حدود المنطقة الجبلية بعسير.

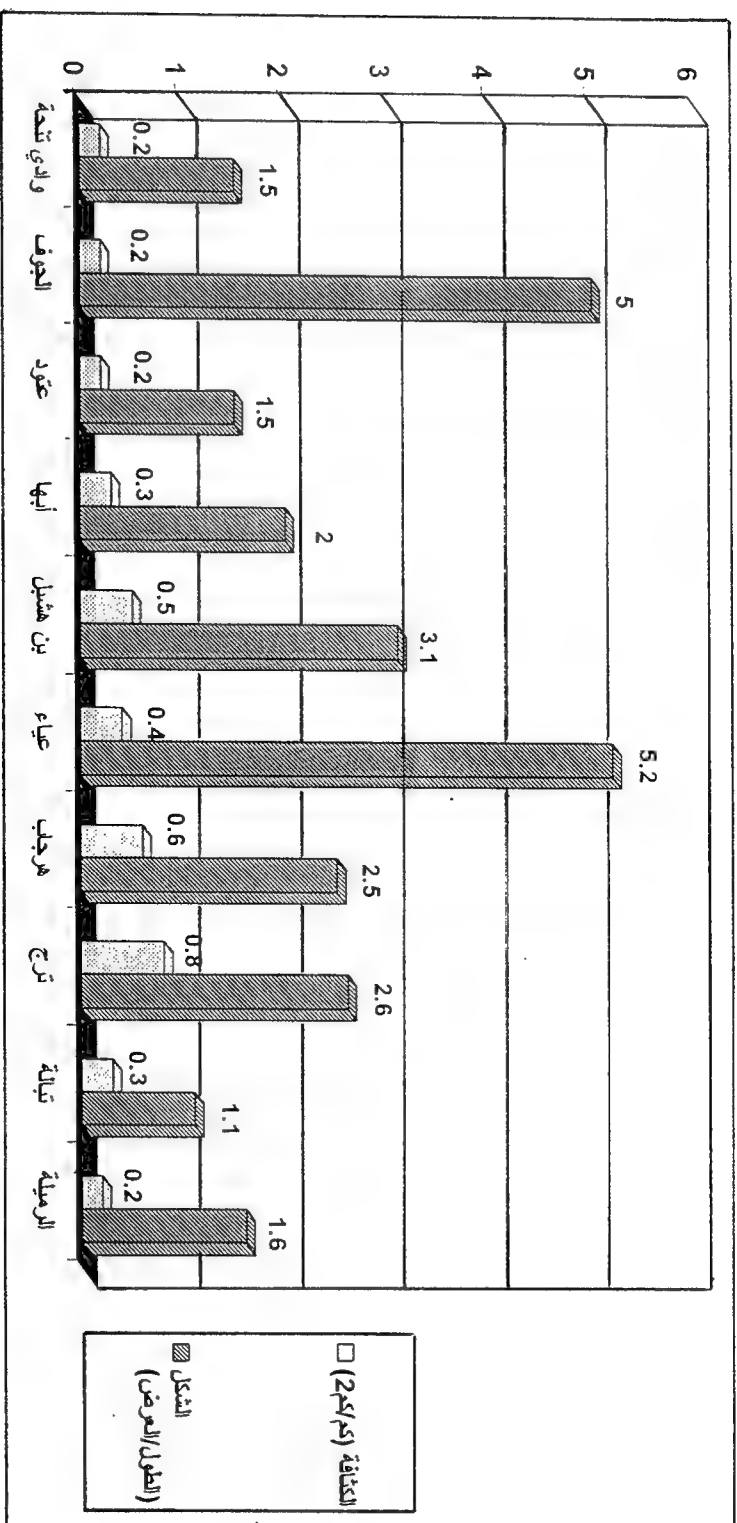
٢- يظهر حوض تصريف وادي تثليث في المنطقة الجبلية بعسير على هيئة نظام تصريف مياه ذي نمط شجري لنظام مياه معقد غير واضح (Complex Denteritic Pattern) حيث تظهر خطوط التصريف شرق المجرى الرئيسي على هيئة وديان قصيرة وشعب وشعيبات غير متصلة، بينما يمكن تمييز الروافد والوديان الفرعية غرب المجرى الرئيس التي تمثل المصدر الرئيس لتغذية هذا الحوض.

شكل (٧٣)  
مساحة الأراض الفرعية لحوض تصريف وادي بيشة (كلم ٢)



المصدر: إعداد الباحثة على المساحة البلانترية المحسوبة من الخريطة الطوبوغرافية ١/٢٥٠٠٠٠٠

شكل (٧٤)  
الكثافة (كم/كم<sup>3</sup>) والشكل (الطول / العرض) في الأحواض المائية الفرعية لحوض تصريف وادي بيشة.



المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على قياس الأ طول من الخرائط الطبوغرافية 250000/1 باستخدام عجلة القياس (Curvimeter)



٣- تتباين معدلات استمرار تدفق مياه الأودية والروافد المغذية لحوض التصريف من موقع إلى آخر وعليه يمكن تمييز ثلاثة أنماط من خطوط التصريف التي تغذي المجرى الرئيس وهي :

- أودية موسمية (Intermittent Wadis) وهي التي تجري مياهها على السطح غالبية أو بعض أشهر السنة، وتتأثر جزئياً بالتبخر ومن أمثلتها أودية الثفن- جاش- طريب وجميعها غرب المجرى الرئيس ولا توجد أمثلة لذلك شرق المجرى الرئيس.

- أودية فرعية سريعة الزوال (Ephemeral Wadis) وهي التي تجري مياهها نتيجة تدفق وجريان المياه المفاجئ خلال موسم الأمطار (Flush Run off) وتعد مصدراً من مصادر تغذية المجرى الرئيس أو للأودية الموسمية ويمثلها وادي الشيق غرب المجرى الرئيس، ووادي ملحّة شرق المجرى الرئيس.

- أودية جافة طوال السنة ليس لها قدرة على جريان المياه على سطحها خلال موسم الأمطار ومع ذلك فهي مصدر تغذية للأودية الرئيسة والفرعية من خلال الجريان تحت السطحي (Subsurface Run Off) ويمثلها غالبية الأودية وخطوط التصريف شرق وشمال الحوض. وبعض الخطوط غرب المجرى الرئيس.

٤- يمكن اعتبار حوض تصريف وادي تثليث من الدرجة الثالثة أو الرابعة على أكثر تقدير في الأحواض الفرعية شرق المجرى الرئيس مثال ذلك أودية (لائام - نصل - ملحّة - القراع) بينما يظهر كحوض من الدرجة الخامسة أو السادسة كما هو الحال في أودية (النقع - السليل - الشيق - المسيرق - الثفن - تثليث) وهذا يعنى أن دورة التعرية في أحواض التصريف غرب المجرى الرئيس أكثر منها نشاطاً في أحواض التصريف شرق المجرى الرئيس.

٥- توضح الدراسة الكمية لهيدرولوجية حوض تصريف وادي تثليث ما يلي :

أ - أن مساحة الحوض الإجمالية في المنطقة الجبلية بعسير نحو (٢٨٥٠٠) كم<sup>٢</sup> وهي بذلك تغطي بالكامل الجزء الأعلى والأوسط من الحوض، وغالبية الجزء الأدنى أي ما يعادل (٨٩%) من إجمالي المساحة الكلية للحوض وتقدر بـ (٣٢٠٠٠) كم<sup>٢</sup>.

ب- أن طول الحوض من نقطة المنبع القريبة من الحرجة حتى نهاية حدود المنطقة الجبلية بعسير نحو (٣١٠) كم، وأن أقصى عرض للحوض لا يزيد عن

(١٥٠) كم موازياً لخط العرض (١٩ ٢٠) جنوب مدينة تثليث. وهذا يعني أن نسبة الطول إلى العرض (٢ : ١) تقريباً.

ج- أن أعلى نقطة في منبع الحوض تقع في الجنوب على ارتفاع (٢٣٥٠) م فوق مستوى سطح البحر أما أدنى نقطة فهي تقع في الركن الشمالي الشرقي من المنطقة الجبلية بعسير على ارتفاع (٨٠٠) م فوق مستوى سطح البحر وهذا يعني أن المعدل العام لانحدار الحوض نحو (٣,٨) م/كم وهو معدل متوسط وأقل من نظيره في حوض وادي بيشة.

د - نظراً لطبيعة الحوض الجيومورفولوجية -خاصة في المناطق شرق المجرى الرئيس- فقد يكون من الصعوبة بمكان تقسيم حوض تصريف وادي تثليث إلى أحواض فرعية محددة، وبالتالي تحديد معاملاتها الهيدرولوجية.. ومع ذلك فإنه بصورة عامة يمكن التعبير عن حوض تصريف وادي تثليث باعتباره حوضاً كبير المساحة يتسم بكثافة محدودة لا تتعدى (٠,٢) كم/كم<sup>٢</sup> وينظر إليه باعتباره نظاماً هيدرولوجياً ذا تصريف متدنٍ (Poorly drained system).

### ثالثاً - التوازن المائي في المنطقة.

يستخدم مصطلح التوازن المائي (Water balance) غالباً مرادفاً للدورة الهيدرولوجية (Hydrological Cycles) وحيث يفترض وجود توازن بين عناصر الإمداد المائي وعناصر الفقد المائي، (UNESCO, 1978) World Water balance ويتم التعبير عن ذلك رياضياً باستخدام المعادلة العامة :

$$P - Q - ETP - U = 0$$

حيث إن :

(P) (Precipitation) تمثل إجمالي هطول الأمطار التي نتجت من الرطوبة (بخار الماء) المنقولة من المسطحات المائية العظمى (المحيطات) أو من خلال تكثيف الرطوبة محلياً.

(Q) (Run Off) الجريان المائي ويتضمن الجريان السطحي وتحت السطحي.

(ETP) (Evapotranspiration) التبخر.

(U) المياه الجوفية والسطحية (Surface and Ground Water) وهي تلك المياه التي لا يتم تصريفها بالجريان المائي وتؤدي إلى رطوبة التربة وقد تخزن تحت السطح كمياه جوفية سطحية.

ويمكن استخدام هذه المعادلة العامة لمعرفة التغير في مخزون المياه وشرح التوازن المائي لأي منطقة.. ومن ثم فإن التعامل مع هذه المعادلة في المنطقة الجبلية بعسير يتطلب أخذ العناصر التالية في الاعتبار :

١- إن إجمالي معدلات هطول الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير (P) سيكون محصلة الأمطار التي نتجت من الرطوبة المنقولة من المسطحات المائية خارج المنطقة من البحر الأبيض المتوسط، البحر الأحمر، البحر العربي، والتي تعرف بأمطار الحمل الحراري خلال فصل الصيف والأمطار الديناميكية (الاضطرابية) خلال فصلي الشتاء والربيع ( $P_a$ ) ويمكن حسابها من خريطة خطوط تساوي معدلات الأمطار (Isohytal Map) بالإضافة إلى الأمطار المقدرة نتيجة تكثيف الرطوبة محلياً في قمم الجبال العالية في المنطقة الجبلية بعسير ( $P_c$ ) والتي تعرف بالأمطار التضاريسية وتكثر خلال المواسم المطيرة.

٢- إن الجريان المائي السطحي المحسوب ( $Q_s$ ) (Surface Run Off) في المنطقة ناتج من جريان المياه في الوديان الموسمية المتقطعة أو تلك التي تتلقى المياه نتيجة الجريان المفاجئ (Flush Run Off) لمدة زمنية محددة، يضاف إلى ذلك الجريان تحت السطحي ( $Q_{ss}$ ) (Subsurface Run Off).

٣- تعد المياه الجوفية والسطحية في المنطقة الجبلية بعسير (U) مورداً متجدداً للمياه في منطقة هيدرولوجية داخلية (غير متصلة بالبحر) وأن هذا المورد يتم استغلاله مباشرة للاستخدامات العامة، ويلعب دوراً أساسياً في حساب التغير في معادلة التوازن المائي.

٤- إن عامل التبخر (ETP) يمثل عنصراً سلبياً مهماً في معادلة التوازن المائي، ويرتبط أساساً بدرجات الحرارة حيث يتم التبخر إما مباشرة من السطح أو من خلال عمليات النتح للغطاء النباتي في المنطقة الجبلية بعسير.

وعليه فإن معادلة التوازن المائي "الخاصة" للمنطقة الجبلية بعسير تصبح :

$$P_a + P_c - Q_s - Q_{ss} - U - ETP = 0$$

أو يمكن التعبير عنها بالصورة التالية :

$$P_a + P_c = Q_s + Q_{ss} + U + E$$

ويتم حساب معادلة التوازن المائي من خلال حساب التقديرات التالية :

## تقديرات إجمالي معدلات الأمطار.

يُعد هطول الأمطار على المنطقة الجبلية بعسير من النوع الاضطرابي التضاريسي (Cyclonic Type) الذي ينشأ نتيجة تكثيف بخار ماء وتصادعه في الغلاف الجوي، ويمكن تقدير معدل إجمالي هطول الأمطار من خريطة تساوي الأمطار للمنطقة الجبلية بعسير شكل (٦٢) التي أعدت في الدراسة بالفصل الرابع وبتطبيق معادلة ديويست (De wiest).

$$P = \sum \frac{P_{av} \times A_z}{A_z}$$

De Wiest, R. (1965)

حيث  $P_{av}$  هو معدل الأمطار الهاطلة على مساحة  $A_z$  للمنطقة (Z).

ويوضح جدول (٤٧) التحليل الإحصائي لخريطة هطول الأمطار بالمعدلات الفعلية

السنية على المنطقة الجبلية بعسير والمتوسط العام لهطول الأمطار عليها على النحو التالي :

- إن إجمالي متوسط الأمطار الهاطلة سنوياً على كامل مساحة الدراسة يعادل (١٤١٩٦) مليون متر مكعب.
- إن المتوسط العام لهطول الأمطار على المنطقة الجبلية بعسير باستخدام معادلة ديويست يعادل نحو (٢٠٣) مم.
- إن المنطقة تقوم باعتبارها منطقة هيدرولوجية شبه رطبة إلى شبه جافة.

## جدول (٤٧)

إجمالي متوسط الأمطار السنوي على المنطقة الجبلية بعسير.

نطاق المنطقة المطيرية (مم)	المتوسط العام لهطول على المنطقة المطيرية (مم)	مساحة المنطقة المطيرية (كم <sup>٢</sup> )	إجمالي الأمطار الهاطلة (مليون م <sup>٣</sup> )
١٠٠-٥٠	٧٥	١٠٨٢٦	٨١٢,٠
٢٠٠-١٠٠	١٥٠	٢٥٤٧٣	٣٨٢١,٠
٣٠٠-٢٠٠	٢٥٠	٢٥٢٢٣	٦٣٠٥,٨
٤٠٠-٣٠٠	٣٥٠	٥٦٥٧	١٩٧٩,٩
٥٠٠-٤٠٠	٤٥٠	٢٧١٧	١٢٢٢,٧
٥٥٠-٥٠٠	٥٢٥	١٠٤	٥٤,٦
الإجمالي		٧٠٠٠٠	١٤١٩٦,٠

الجدول من إعداد الباحثة من واقع التحليل الإحصائي لخريطة معدلات الأمطار الفعلية السنوية، الشكل (٦٢).

أما الجدولان (٤٨ - ٤٩) فيوضحان التحليل الإحصائي لخريطة متوسطات الأمطار على حوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث في المنطقة الجبلية بعسير باستخدام نفس الخريطة السابقة شكل (٦٢) على النحو التالي :

- تقدر كمية الأمطار الهاطلة سنوياً على حوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث بما يعادل (٤٤٣٤,٨) مليون م<sup>٣</sup>، (٥١٦٢,٦) مليون م<sup>٣</sup> على التوالي أي أن إجمالي ما يهطل عليهما معاً يعادل (٦٧%) من إجمالي ما يهطل من أمطار على المنطقة الجبلية بعسير.
- يبلغ المتوسط العام لهطول الأمطار على حوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث (باستخدام معادلتَي ديفيز وديوست) ما يعادل (٢٤٧) مم، (١٨١) مم على التوالي وهذا يعني تقوُّم حوض تصريف وادي بيشة باعتباره حوضاً هيدرولوجياً لمنطقة شبه رطبة، وهذا ما يؤكد اهتمام المسؤولين بهذا الوادي، حيث تم إنشاء سد خادم الحرمين الشريفين وافتتح عام ١٩٩٩م بسعة تخزينية قدرها (٣٢٥) مليون م<sup>٣</sup>، بينما يقوم حوض تصريف وادي تثليث باعتباره حوضاً هيدرولوجياً لمنطقة شبه جافة.

#### جدول (٤٨)

إجمالي متوسط الأمطار السنوي على حوض تصريف وادي بيشة .

نطاق المنطقة المطيرية (مم)	المتوسط العام للهطول على المنطقة المطيرية (مم)	مساحة المنطقة المطيرية (كم <sup>٢</sup> )	إجمالي الأمطار الهاطلة (مليون م <sup>٣</sup> )
٢٠٠-١٠٠	١٥٠	٦٥٠٣	٩٧٥,٥
٣٠٠-٢٠٠	٢٥٠	٦٩١٣	١٧٢٨,٢
٤٠٠-٣٠٠	٣٥٠	٣٠٣٥	١٠٦٢,٣
٥٠٠-٤٠٠	٤٥٠	١٣٦٥	٦١٤,٢
٥٥٠-٥٠٠	٥٢٥	١٠٤	٥٤,٦
الإجمالي	-	١٧٩٢٠	٤٤٣٤,٨

الجدول من إعداد الباحثة من واقع التحليل الإحصائي لخريطة معدلات الأمطار الفعلية السنوية، الشكل (٦٢).

## جدول (٤٩)

إجمالي متوسط الأمطار السنوي على حوض تصريف وادي تثليث.

نطاق المنطقة المطيرية (مم)	المتوسط العام للهطول على المنطقة المطيرية (مم)	مساحة المنطقة المطيرية (كم <sup>٢</sup> )	إجمالي الأمطار الهاطلة (مليون م <sup>٣</sup> )
١٠٠-٥٠	٧٥	٥٤٠٦	٤٠٥,٤
٢٠٠-١٠٠	١٥٠	١١٣٦٧	١٧٠٥,٠
٣٠٠-٢٠٠	٢٥٠	١٠٧٤٩	٢٦٨٧,٢
٤٠٠-٣٠٠	٣٥٠	٧٥٧	٢٦٥,٠
٥٠٠-٤٠٠	٤٥٠	٢٢٢	١٠٠,٠
الإجمالي		٢٨٥٠١	٥١٦٢,٦

الجدول من إعداد الباحثة من واقع التحليل الإحصائي لخريطة معدلات الأمطار الفعلية السنوية، الشكل (٦٢).

أما إجمالي الأمطار الناتجة عن تكثيف الرطوبة محلياً في أعلى الجبال المرتفعة بما يزيد على (٢٠٠٠) م عن سطح البحر ( $P_c$ ) والتي تنحصر في غرب المنطقة الجبلية بعسير في حوض تصريف وادي بيشة (الجزء الأوسط)، والمنطقة المحصورة بين خط تقسيم وادي بيشة غرباً إلى حدود المنطقة الجبلية بعسير غرباً التي تمثل النطاق العلوي للأجزاء الشرقية لأحواض تصريف أودية البحر الأحمر، فإنها تقدر من خلال العلاقة بين إجمالي الأمطار الهاطلة وأمطار تكاثف الرطوبة (World Water balance, UNESCO, (1978 طبقاً للعلاقة التالية :

$$P_c = K P_a$$

بافتراض أن ( $K$ ) ثابت يعادل (٠,١٢) وهذا الرقم يتوافق، إلى حد كبير، مع القياسات المناظرة التي تمت لأحواض تصريف مماثلة في قارات أفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبية جدول (٥٠) والتي لها نفس الظروف الهيدرولوجية المماثلة. فإن حساب أمطار التكاثف المحلية أي ( $P_c$ ) يكون :

$$P_c = 0.12 \times 3733$$

أي نحو (٤٤٨) مليون متر مكعب.

ويلخص جدول (٥١) إجمالي تقديرات الأمطار على المنطقة الجبلية بعسير ( $P$ ) والأمطار الناتجة من الرطوبة المنقولة من الخارج ( $P_a$ ) والأمطار نتيجة تكثيف الرطوبة محلياً ( $P_c$ ) في حوضي تصريف وادي بيشة وتثليث والأجزاء الأخرى الواقعة في منطقة الدراسة طبقاً للعلاقة التالية :

$$(P = P_a + P_c)$$

## جدول (٥٠)

قياس معدل الرطوبة المحلية (K) في المناطق المرتفعة  
لبعض الأحواض الكبرى في قارات أفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبية.

القارة	حوض التصريف في مسطحات مائية كبرى	الأمطار من الرطوبة المنقولة ( $P_a$ ) مليار م <sup>٣</sup>	الأمطار نتيجة تكثيف الرطوبة محلياً ( $P_c$ ) مليار م <sup>٣</sup>	معادلة الرطوبة المحلية ( $K = P_c / P_a$ )
أفريقيا	المحيط الهندي	٣١٦٠	٥٠٠	٠,١٦
	البحر الأبيض المتوسط (نهر النيل).	١٧٩٠	٢٣٠	٠,١٣
	الصحاري الكبرى	١٤٧٠	١٤٠	٠,١٠
	صحراء كالاهاري	٥٠٩	٢٥	٠,٠٥
آسيا	المحيط الهندي	٦٣١٠	٨٨٠	٠,١٤
	الجزيرة العربية	٢٨٢	٨	٠,٠٣
أمريكا الجنوبية.	المحيط الأطلسي (نهر الأمازون).	١١٤٩٠	٣٤٤٠	٠,٢٩
	المحيط الهادي	١٧٨٠	٩٠	٠,٠٥
	الأحواض الداخلية	٥٩٦	٥٤	٠,٠٩

الجدول من إعداد الباحثة بتصرف : World Water balance, UNESCO, (1978).

## جدول (٥١)

إجمالي الأمطار الهاطلة على المنطقة الجبلية بعسير  
من الرطوبة المنقولة من الخارج ونتيجة تكثيف الرطوبة محلياً.

منطقة هطول الأمطار	أمطار من رطوبة منقولة من الخارج $P_a$	أمطار نتيجة تكثيف الرطوبة محلياً $P_c$	إجمالي الأمطار ( $P_a + P_c$ ) (مليون م <sup>٣</sup> )
حوض تصريف وادي بيشة.	٤٤٣٤,٨	٣٠٨	٤٧٤٢,٨
حوض تصريف وادي تثليث.	٥١٦٢,٦	—	٥١٦٢,٦
الأجزاء الأخرى	٤٥٩٨,٦	١٤٠	٤٧٣٨,٦
الإجمالي	١٤١٩٦,٠	٤٤٨	١٤٦٤٤,٠

الجدول من إعداد الباحثة.

### تقديرات إجمالي المياه الناتجة من الجريان السطحي.

يعد تدفق المياه في المجاري المائية على السطح من الناحية الهيدرولوجية مرادفاً للجريان السطحي، فالجزء الأعظم من الأمطار الهاطلة على مناطق التجمع المطري (Catchment areas) تفقد نتيجة عمليتي التبخر/النتح والجزء المتبقي يجري على هيئة مجار مائية (Surface Run Off) أو قد يتسرب إلى التربة ليشكل نوعاً من الجريان تحت السطحي (Subsurface Run Off).. وقد يلعب هذا الجريان تحت السطحي دوراً في تحديد ماهية رطوبة التربة ويسهم في تغذية المجاري السطحية إذا تم احتفاظه في منطقة التشبع (Aeration Zone) ولم يتم تسربه إلى المنطقة الباطنية (منطقة المياه الجوفية) (Groudnd Water Zone) أسفل منسوب المياه الاستاتيكي (Static Water Table) مستوى الماء الأرضي المستقر.

وفي كل الحالات فإن هناك علاقة بين عنصرَي المطر والجريان السطحي تحدد النظام المائي وماهيته وهذه العلاقة تتأثر بعدة عوامل من أبرزها:

- طبوغرافية حوض التصريف وأثر ذلك على المعاملات الهيدرولوجية للأودية وروافد وفروع الأودية والشعب.
- شدة هطول الأمطار (Rain Intensity) ويلعب الموقع الجغرافي الدور الأول في تقيّمها.
- مدة هطول الأمطار (Rain Duration).

وفيما يتعلق بالمنطقة الجبلية بعسير فسيتم تحديد معاملين أساسيين لشرح هذه العلاقة بين المطر والجريان السطحي في حوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث لكونها أنظمة مائية شبه متكاملة في المنطقة الجبلية بعسير وهي :

- ١ - معامل الجريان السطحي  $I_R$  وهو مقياس المتوسط العام للجريان السطحي السنوي (R) إلى إجمالي المتوسط العام لهطول الأمطار السنوي (P) (World Water balance, UNESCO, (1978) وطبقاً للعلاقة التالية :

$$\text{معامل الجريان السطحي} = I_R = \frac{R}{P} \quad \text{ويمكن أن تقاس كنسبة مئوية.}$$

- ٢ - عمق الجريان للمياه ( $D_R$ ) وهو النسبة بين المتوسط العام للجريان السطحي السنوي (R) على المساحة الإجمالي (A) (World Water balance, UNESCO, (1978) وطبقاً للعلاقة التالية :

$$\text{عمق الجريان السطحي} = D_R = \frac{R}{A} \quad \text{ويقاس بالمليمتر (مم).}$$



يوضح جدول (٥٢) علاقات واقع التقديرات التي تمت على المنطقة الجبلية بعسير عن هطول الأمطار على حوضي وادي بيشة ووادي تثليث وبلاستعانة بالبيانات المتحصل عليها عن تقديرات المتوسط العام للجريان السطحي التي تمت على حوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث من قبل وزارة الزراعة والمياه الخطيب، (١٩٨٠م)، ومن التحليل يتضح التالي :

- إن معامل الجريان السطحي لحوض تصريف وادي بيشة ووادي تثليث في المنطقة الجبلية بعسير (٠,٠٣) ، (٠,٠١) على التوالي.
- إن عمق الجريان السطحي للمياه في حوض تصريف وادي بيشة ووادي تثليث في المنطقة الجبلية بعسير (٧,٣) مم ، (١,٠) مم على التوالي.
- إن النتائج المتحصل عليها تعكس نوعية مختلفة للحوضين حيث يقوم حوض وادي بيشة باعتباره حوضاً تصريفياً ضعيفاً إلى متوسط، بينما يقوم حوض وادي تثليث باعتباره حوضاً تصريفياً متدنياً، وتعد هذه النتائج تأكيداً لما سبق التوصل إليه من الدراسة الجيومورفولوجية للحوضين.

## جدول (٥٢)

### جدول مقارنة لمعاملات الجريان السطحي

لحوضي وادي بيشة ووادي تثليث في المنطقة الجبلية بعسير.

البيان	حوض تصريف وادي بيشة في المنطقة الجبلية بعسير	حوض تصريف وادي تثليث في المنطقة الجبلية بعسير
مساحة الحوض (كم <sup>٢</sup> )	١٧٨١٦	٢٨٥٠١
إجمالي المتوسط العام لهطول الأمطار (مليون متر مكعب/سنة).	٤٤٣٤,٨	٥١٦٢,٦
المتوسط العام للتصريف السطحي (مليون متر مكعب/سنة).	١٣٠,٧	٢٦,٨
معامل الجريان السطحي	٠,٠٣	٠,٠١
عمق الجريان السطحي (مم)	٧,٣	١,٠

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على تقديرات الدراسات التي أجرتها وزارة الزراعة والمياه عن المتوسط العام للجريان السطحي لحوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث.

أما بالنسبة لتقديرات الجريان تحت السطحي ( $Q_{ss}$ ) فقد افترض أنه يعادل (٥%) من إجمالي الجريان السطحي ( $Q_s$ ) وهذه النسبة تتوافق، إلى حد كبير، مع قياسات مماثلة لأحواض تصريف أخرى في مناطق مشابهة من قارة آسيا والعالم بصفة عامة<sup>(١)</sup>.

ويُلخص جدول (٥٣) إجمالي تقديرات الجريان السطحي ( $Q_s$ ) وتحت السطحي ( $Q_{ss}$ ) في المنطقة الجبلية بعسير وفي حوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث والأجزاء الأخرى، طبقاً للعلاقة التالية :

$$Q = Q_s + Q_{ss}$$

### جدول (٥٣)

إجمالي الجريان المائي السطحي وتحت السطحي في المنطقة الجبلية بعسير.

حوض التصريف	( $Q_s$ ) الجريان السطحي مليون م <sup>٣</sup>	( $Q_{ss}$ ) الجريان تحت السطحي مليون م <sup>٣</sup>	الإجمالي مليون م <sup>٣</sup> $Q_s + Q_{ss}$
وادي بيشة	١٣٠,٧	٦,٥	١٣٧,٢
وادي تثليث	٢٦,٨	١,٣	٢٨,١
الأجزاء الأخرى	-	-	-
الإجمالي	١٥٧,٥	٧,٨	١٦٥,٣

### تقديرات إجمالي المياه السطحية والجوفية المتجددة.

تتخصر استخدامات هذا المورد المتجدد للمياه في الجوانب الثلاثة التالية:

- المياه التي يتم استخدامها مباشرة للطلب على المياه للسكان وسقيا الماشية.
- المياه التي يتم استخدامها للزراعات البعلية والتقليدية.
- المياه التي يتم استنزافها لتنمية الغطاء النباتي في منطقة الغابات والرعي.

ويوضح جدول (٥٤) أن إجمالي العام المقدّر لاستخدامات المياه الجوفية والسطحية الناتجة عن هطول الأمطار مباشرة على المنطقة في حدود (٦٣٥٢) مليون متر مكعب سنوياً موزعة على أساس :

(١) طبقاً للتقديرات الواردة في التقرير الصادر عن اليونسكو ١٩٩٤م، فإن إجمالي المياه الناتجة من الجريان تحت السطحي على مستوى العالم تعادل (٢٢٠٠) بليون م<sup>٣</sup>، وهذه النسبة تعادل نحو (٥%) من إجمالي المياه الناتجة من الجريان السطحي للمياه على مستوى العالم، ص ١٠٨-١١٥.

- ١ - إجمالي استخدامات المياه للأغراض البشرية وسقيا الماشية في حدود (٨٨) مليون متر مكعب سنوياً (طبقاً لتقديرات استهلاك عام ١٤٢٠هـ) وأن الجزء الأعظم من هذه الكمية يتم استخراجها من الآبار السطحية المحفورة داخل المنطقة.
- ٢ - إن الزراعة البعلية والتقليدية تستهلك سنوياً ما يعادل (٧١٤) مليون متر مكعب (حسب المساحة المحصولية المقدرة من وزارة الزراعة والمياه لعام ١٤٢٠هـ).
- ٣ - إن إجمالي ما يتم استنزافه سنوياً من هذا المورد لتنمية الغابات الدائمة والموسمية والمراعي في حدود (٥٥٥٠) مليون متر مكعب<sup>(١)</sup>.

### جدول (٥٤)

تقديرات الموارد المائية المتجددة للاستخدامات العامة  
عام ١٤٢٠هـ في المنطقة الجبلية بعسير.

إجمالي المياه المستخدمة مليون م <sup>٣</sup> /سنة	المقنن المائي السنوي م <sup>٣</sup> /وحدة القياس <sup>(*)</sup>	العدد	وحدة القياس	الاستخدامات
٣٣	٨٠	٤١٢,٠٠٠	نسمة	السكان في الحضر
٣٦	٣٠	١٢٠٠,٠٠٠	نسمة	السكان في الريف
١٩	٦,٧	٢,٨٠٠,٠٠٠	رأس	سقيا الماشية
٢٣٤	٩٠٠٠	٢٦,٠٠٠	هكتار	زراعة المحاصيل (الحبوب)
٤٨٠	١٥,٠٠٠	٣٢,٠٠٠	هكتار	زراعة الخضار والفاكهة
٩٠٠	٢٠٠,٠٠٠	٤,٥٠٠	كم <sup>٢</sup>	الغابات الدائمة
١٤٥٠	١٠٠,٠٠٠	١٤,٥٠٠	كم <sup>٢</sup>	الغابات الموسمية
٣٢٠٠	٢٠٠٠	١,٦٠٠,٠٠٠	كم <sup>٢</sup>	المراعي
٦٣٥٢	-	-	-	إجمالي المياه

الجدول من إعداد الباحثة.

(\*) المقننات المائية المقدرة حسب ما ورد في وثائق خطط التنمية الصادرة من وزارة التخطيط.

### تقدير معادلة التوازن المائي في المنطقة.

يشرح جدول (٥٥) التوازن المائي في المنطقة الجبلية بعسير خلال دورة مائية سنوية من واقع التساوي بين عناصر الإمداد المائي الناتجة أساساً من الأمطار الهاطلة والرطوبة المتكثفة، وعناصر الفقد المائي الناتجة من الجريان السطحي والمياه السطحية والجوفية المتسربة

(١) تم تقدير هذا الرقم اعتماداً على خريطة توزيع الغابات والمراعي الصادرة عن مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية (المركز الوطني للتكنولوجيا سابقاً) عام ١٩٨٢م.

في باطن الأرض، وما يتم فقده نتيجة عمليات التبخر من السطح أو من خلال الغلاف النباتي. ومن أبرز النتائج المستخلصة من ذلك التالي :

- إن إجمالي عناصر الإمداد المائي أو الفقد المائي خلال دورة مائية سنوية تعادل (١٤٦٤٤) مليون م<sup>٣</sup> أو (٢٠٩,٢) مم سنوياً.
- إن ما تحصل عليه المنطقة من المياه الناتجة من الرطوبة المتكثفة على المناطق الجبلية المرتفعة والتي تزيد عن (٢٠٠٠) م لا يتجاوز (٤٤٨) مليون م<sup>٣</sup> أي تعادل (٣%) من إجمالي عناصر الإمداد المائي على كامل المنطقة.
- إن إجمالي الجريان السطحي وتحت السطحي للمياه من خلال أحواض التصريف الرئيسة بالمنطقة يقدر بنحو (١٦٥,٣) مليون م<sup>٣</sup> سنوياً ونسبة لا تتجاوز (١,١) من إجمالي المياه الهاطلة عليها.
- إن ما يتم استغلاله من مياه متجددة سنوياً للاستخدامات المباشرة للزراعة وتنمية الغلاف النباتي وتغطية المتطلبات البشرية في حدود (٦٣٥٢) مليون م<sup>٣</sup> أي نحو (٤٣,٤%) من إجمالي المياه الهاطلة على المنطقة.
- إن هناك فاقداً نتيجة التبخر/النتح يزيد عن (٨١٢٦,٧) مليون م<sup>٣</sup> سنوياً أي ما يعادل (٥٥,٥%) من إجمالي الأمطار الهاطلة، ولا تتم الاستفادة من هذه الكمية على مدار السنة، وهو ما جعلنا ننظر إلى هذه المنطقة باعتبارها منطقة جبلية شبه جافة/ شبه رطبة تتوزع فيها معدلات التبخر/النتح على كامل المنطقة في حدود (١١٦,١) مم سنوياً شكل (٧٥).

### جدول (٥٥)

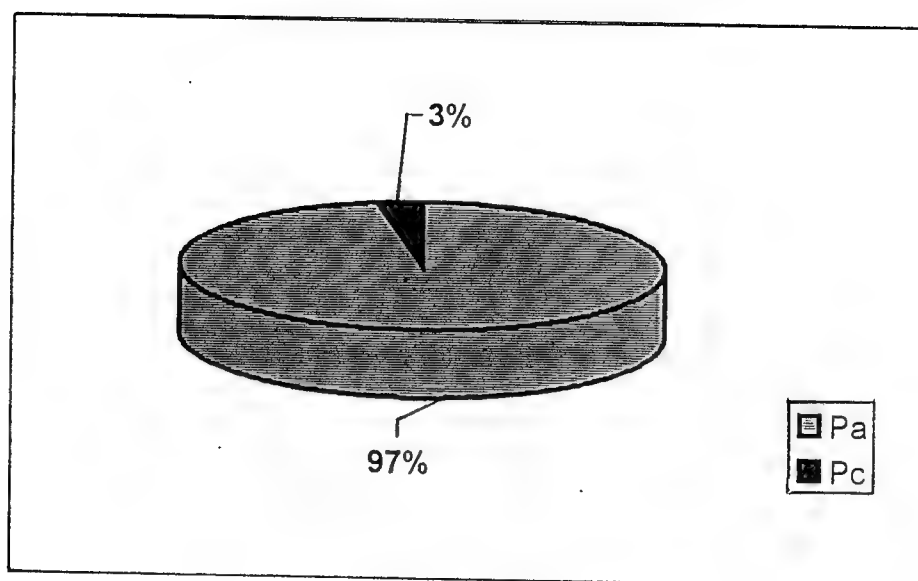
التوازن المائي في المنطقة الجبلية بعسير.

النسبة المئوية	مليمتراً/ سنة	مليون م <sup>٣</sup> / سنة	العنصر
<b>عناصر الإمداد المائي :</b>			
٩٧,٠	٢٠٢,٨	١٤١٩٦,٠	الأمطار الهاطلة (Pa)
٣,٠	٦,٤	٤٤٨,٠	الرطوبة المتكثفة (Pc)
١٠٠,٠	٢٠٩,٢	١٤٦٤٤,٠	<b>إجمالي فرعي</b>
<b>عناصر الفقد المائي :</b>			
١,١	٢,٣	١٦٥,٣	الجريان السطحي (Qs) وتحت السطحي (Qss)
٤٣,٤	٩٠,٨	٦٣٥٢,٠	المياه الجوفية السطحية والجوفية (U)
٥٥,٥	١١٦,١	٨١٢٦,٧	الفاقد بالتبخر/النتح (ETP)
١٠٠,٠	٢٠٩,٢	١٤٦٤٤,٠	<b>إجمالي فرعي</b>

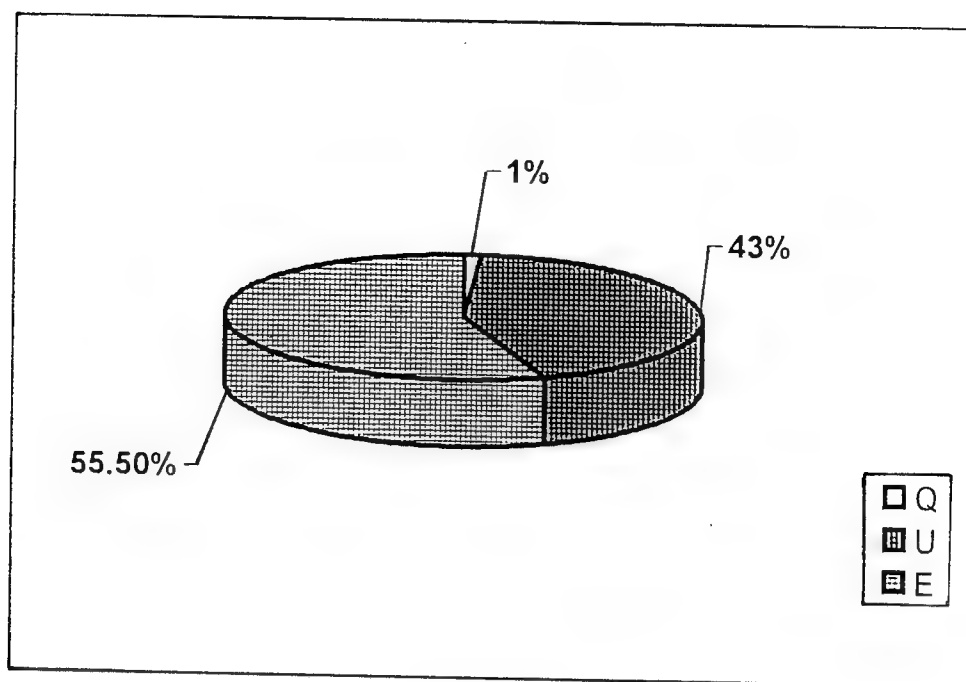
الجدول من إعداد الباحثة بالاعتماد على تحليل بيانات الفصلين: الرابع والخامس.

## شكل (٧٥)

عناصر الإمداد و الفقد في معادلة التوازن المائي بمنطقة عسير الجبلية.



عناصر الإمداد



عناصر الفقد

المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على معادلة التوازن المائي.

## رابعاً - التربة في المنطقة.

خلال الخمسين عاماً الماضية تم إصدار بعض الدراسات الأكاديمية عن التربة بالمملكة إلا أنها كانت دراسات استكشافية تتسم بالشمولية حيث تشرح أنواع التربة حسب مظاهرها الطبيعية دون الدخول في تحليل وشرح ما يتعلق بخواصها من الناحية الكمية.

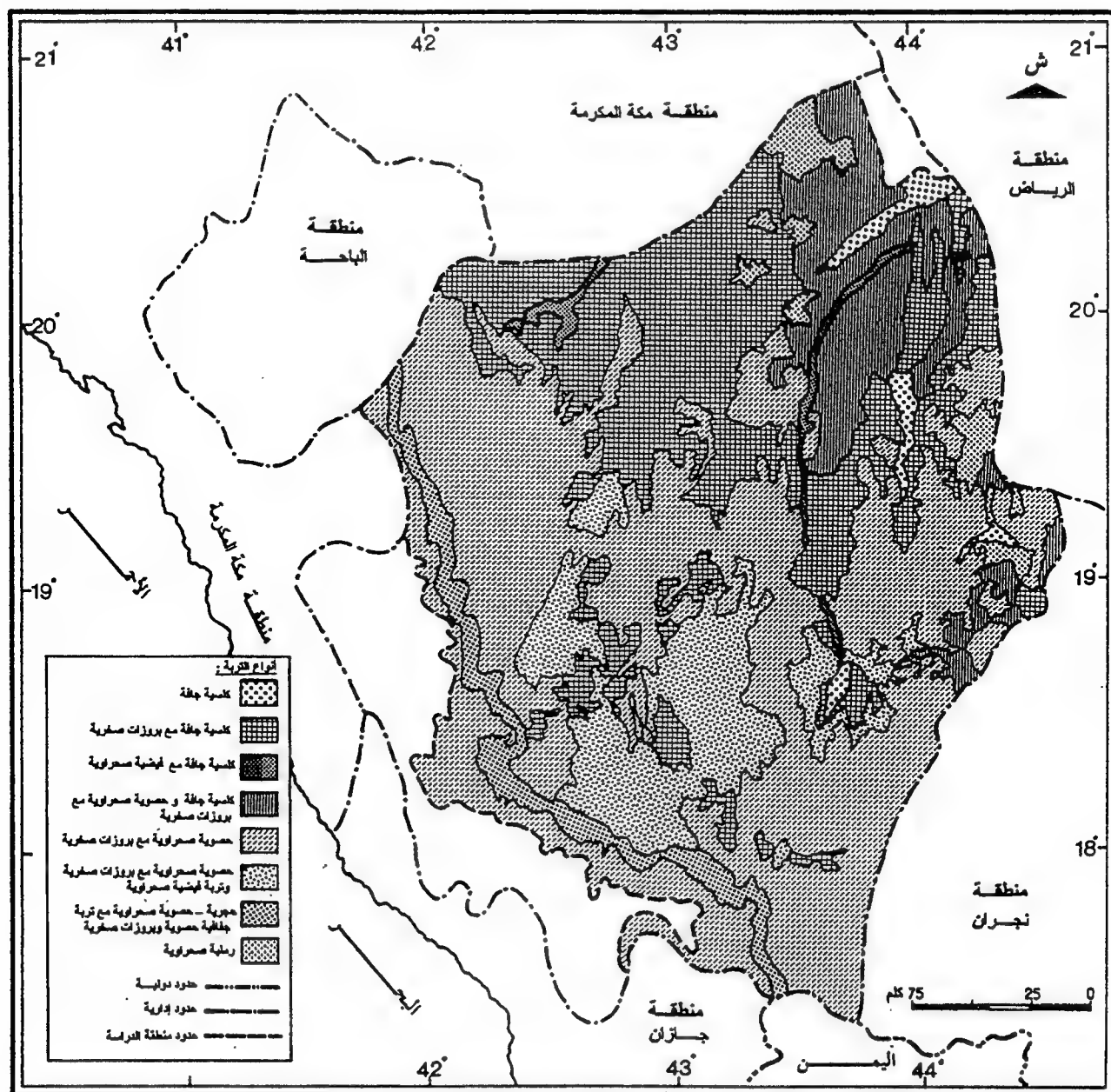
ويعد أطلس التربة الذي صدر عام ١٩٨٦م بمعرفة وزارة الزراعة والمياه، بالتعاون مع اللجنة السعودية الأمريكية للتعاون الاقتصادي ممثلة في فريق وزارة الزراعة الأمريكية هي الأساس لأول دراسة تفصيلية كمية لتصنيف التربة بالمملكة على أساس علمي، حيث تم تقسيم المملكة إلى (٢٢٦) خريطة تفصيلية منها (١٨) خريطة بمقياس رسم (١:٥٠٠,٠٠٠) و(٢٠٨) خريطة بمقياس رسم (١:٢٥٠,٠٠٠) موقع على (٤٩) وحدة خرائطية لأنواع مميزة من التربة على أساس النظام المتبع في الولايات المتحدة الأمريكية الذي يصنف التربة طبقاً لخواصها المورفولوجية والطبيعية والكيمائية، إلى جانب حرارة التربة ورطوبتها. وتمثل كل وحدة تربة خرائطية عنصراً من ترب كبرى معروفة للتربة أو قد تكون مشتركة من عنصرين أو أكثر من مجموعات ترب مختلفة لها تركيب متداخل وخصائص محددة، مما يمكن اعتبارها وحدة خرائطية منفصلة.

ولقد وضعت هذه الدراسة الحالية في إطار أهدافها الرئيسية تحديد العلاقة بين كافة العناصر الطبيعية المؤثرة على الغلاف النباتي - ومن ضمنها التربة - في منطقة عسير الجبلية، ومن ثم فقد تمت الاستفادة من (١٧) خريطة أساس تفصيلية للتربة بمقياس رسم (١:٢٥٠,٠٠٠) تم إعدادها من قبل وزارة الزراعة والمياه، أطلس التربة، (١٩٨٦م) لإنتاج خريطة تفصيلية للتربة بمقياس رسم (١:١٠٠٠,٠٠٠) للمنطقة الجبلية في عسير لمعرفة التوزيع المكاني للوحدات الخرائطية المختلفة للتربة في الأراضي الجبلية في عسير وعلاقاتها المتشابكة التي تلعب دوراً رئيساً في تنوع الغلاف النباتي ومدى كثافته، وبالتالي تحديد أنواع التربة في المناطق النباتية المناخية المميزة داخل منطقة عسير الجبلية. شكل (٧٦).

## تصنيف التربة في المنطقة.

من واقع مراجعة وتحليل خريطة الأساس للتربة التي أعدت في هذه الدراسة فقد اتضح أن المجموعات الكبرى للتربة في منطقة عسير الجبلية طبقاً للنظام العام الأمريكي للتربة تنتمي إلى تربتين أساسيتين :

شكل (٧٦)  
وحدات التربة الأساسية في منطقة عسير الجبلية.

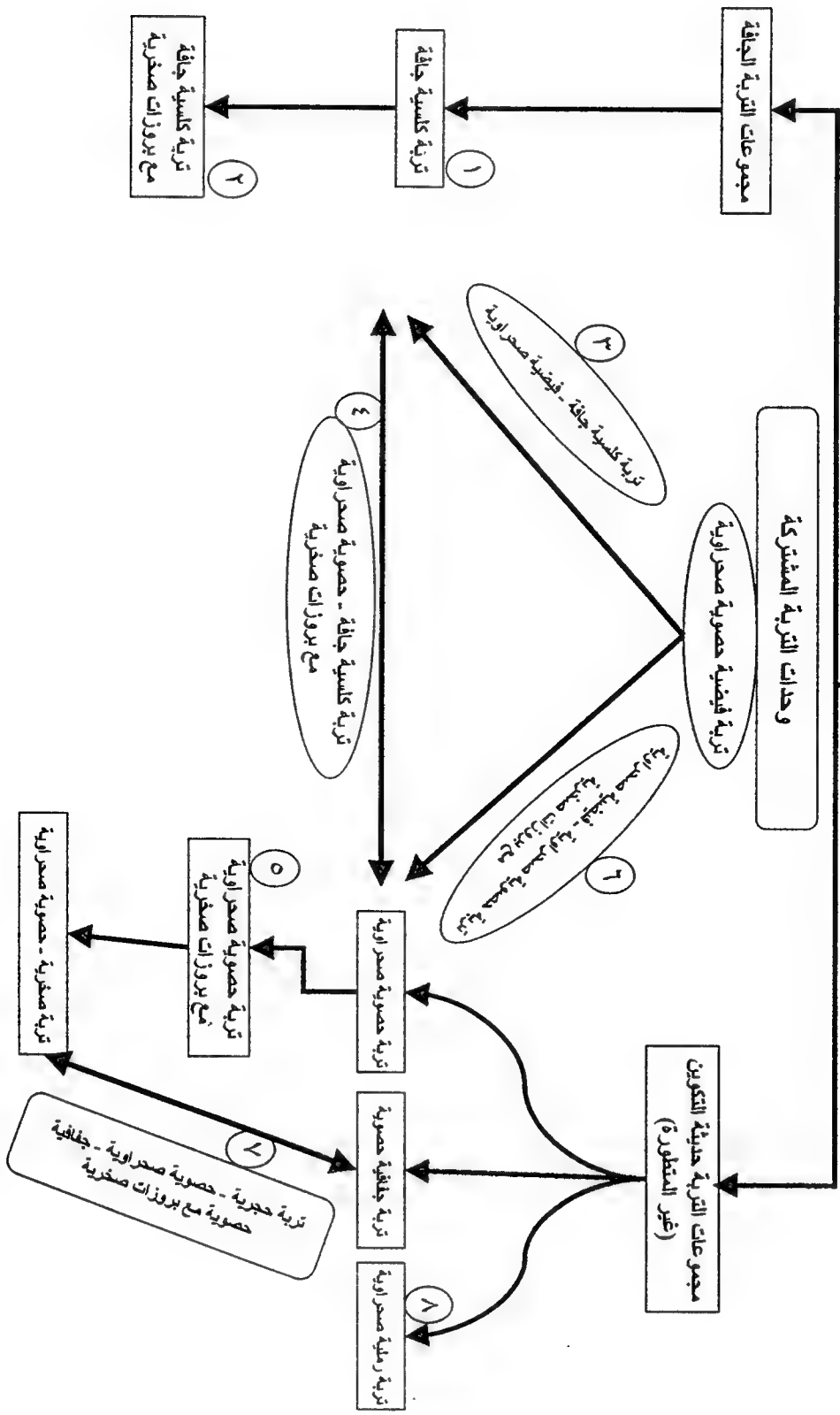


المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على الوحدات الخرائطية، أطلس التربة (١٩٨٦م) لوحات ورقية (١٦٧ / ١٧٧ / ١٧٨ / ١٧٩ / ١٨٥ / ١٨٦ / ١٨٧ / ١٨٨ / ١٨٩ / ١٩٤ / ١٩٥ / ١٩٦ / ١٩٧ / ١٩٨ / ٢٠٢ / ٢٠٣ / ٢٠٤) مقاييس ١:٢٥٠,٠٠٠، وزودة الزراعة والمياه

- رتبة التربة الجافة (Aridisols Order).  
ويندرج تحتها المجموعات المميزة للتربة الكلسية الجافة (Calciorthids).
- رتبة التربة حديثة التكوين (Entisols Order) أو قد تسمى أحياناً التربة غير المتطورة.
- ويندرج تحتها المجموعات المميزة للتربة : الحصوية الصحراوية حديثة التكوين (Torriorthents)، والرملية الصحراوية حديثة التكوين (Torripsaments)، والفيضية الصحراوية حديثة التكوين (Torrifluvents) والجفافية الحصوية حديثة التكوين (Xerorthents).
- ولقد تم حصر هذه المجموعات وإعادة تصنيفها في المنطقة الجبلية بعسير لتضم (٨) وحدات تربة خرائطية على النحو التالي :
- المجموعة الأولى : وحدات التربة لرتبة التربة الجافة وتضم:
- ١- وحدة مجموعة : التربة الكلسية الجافة.
  - ٢- وحدة مجموعة : التربة الكلسية الجافة مع بروزات صخرية (Rock Outcrops).
- المجموعة الثانية : وحدات التربة المشتركة لرتبة التربة الجافة وحديثة التكوين وتضم :
- ٣- الوحدة المشتركة لمجموعة التربة الكلسية الجافة ومجموعة التربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين.
  - ٤- الوحدة المشتركة لمجموعة التربة الكلسية الجافة ومجموعة التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.
- المجموعة الثالثة: وحدات التربة للرتبة حديثة التكوين وتضم :
- ٥- وحدة مجموعة التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.
  - ٦- الوحدة المشتركة لمجموعة التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين، والتربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.
  - ٧- الوحدة المشتركة تحت مجموعة التربة الصخرية/الحصوية الصحراوية حديثة التكوين (Lithic-Torriorthents) ومجموعة التربة الجفافية الحصوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.
  - ٨- وحدة مجموعة التربة الرملية الصحراوية حديثة التكوين.
- ويوضح شكل (٧٧) تصنيف المجموعات الكبرى للتربة والعلاقات المشتركة بينها في المنطقة الجبلية بعسير.



شكل (٧٧)  
المجموعات الكبرى للتربة في منطقة عسير الجبلية



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على أطلس التربة (١٩٨٦م)، مقياس ١/٢٥٠,٠٠٠، وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا

## الخواص الطبيعية والمميزات المائية لوحدات التربة.

لقد تم تحديد الخواص الطبيعية والخصائص المائية لوحدات التربة الثماني المميزة للمنطقة الجبلية بعسير طبقاً للقياسات المعملية والحقلية التي أجريت بمعرفة وزارة الزراعة والمياه، أطلس التربة (١٩٨٦م) وكذلك التوزيع الإقليمي للوحدات الخرائطية في المنطقة الجبلية بعسير حسب ما جاء في الخريطة التي أعدت في الدراسة على النحو التالي :

### ١- وحدة التربة الكلسية الجافة (Calciorthids)

تُعرف هذه الوحدة في حوض تصريف وادي تثليث وتغطي نحو (٤%) من إجمالي مساحة المنطقة. وتتواجد كوحدة تربة منفصلة ذات مساحات صغيرة غير منتظمة الشكل .. ولقد تكونت من رواسب قديمة تتكون أساساً من طبقة جييرية كلسية غير ملحية إلى متوسطة الملوحة، وغالباً ما توجد في سهول شبه مستوية ذات انحدار بسيط.. ويتخلل هذه الطبقة مجاري الوديان والروافد المتواجدة في شرق وشمال وادي تثليث. تتميز هذه الوحدة من الناحية الهيدرولوجية بقدرتها العالية على حفظ الماء حيث تتراوح سعتها الميسرة من (١٥-٢٢ سم / ١٥٠ سم)، كما أن نفاذيتها متوسطة وفي حدود (١,٥ - ٥,١ سم/ساعة). ويزيد عمق مستوى الماء الأرضي أسفلها عن (١٥٠ سم).

### ٢- وحدة التربة الكلسية الجافة مع بروزات صخرية

#### (Calciorthids - Rock Outcrops)

تتوزع هذه الوحدة في مساحات كبيرة حول مجاري روافد وديان حوضي وادي بيشة ووادي تثليث وتغطي نحو (٢٨%) من إجمالي مساحة منطقة عسير الجبلية، حيث تتداخل التربة الكلسية الجافة مع البروزات الصخرية الشديدة الانحدار. وتشكل نسبة التربة الكلسية الجافة نحو ثلثي حجم هذه الوحدة والباقي من البروزات الصخرية وأنواع ثانوية من التربة. وتتميز بكونها طبقة عميقة جييرية، غير ملحية وذات انحدار بسيط. كما تخترق هذه الوحدة ودياناً كثيرة متقطعة معظمها ضحل جداً. يتم فيها تجمع الماء لمسافات قصيرة ثم تتلاشى. ومن أبرز خواصها المائية قدرتها العالية على حفظ الماء وأنها متوسطة النفاذية.

### ٣- الوحدة المشتركة للتربة الكلسية الجافة والتربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين

#### (Calciorthids - Torrifluvents)

تشكل هذه الوحدة نتيجة التداخل بين التربة الكلسية الجافة بنسبة (٦٠%) مع التربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين، وبعض الأنواع الثانوية الأخرى. وتغطي في المنطقة المجرى الأدنى لحوض تصريف وادي بيشة والمجرى الأوسط والأدنى لحوض تصريف

وادي تثليث شمال منطقة الدارسة، وتقدر مساحة هذه الوحدة بأقل من (٢%) من المساحة الإجمالية لمنطقة الدراسة. وانحدار هذه الوحدة خفيف ويتراوح بين (٠ - ٥%) وهي تتميز بقدرتها على حفظ الماء مع نفاذية متوسطة وارتفاع نسبي في سعتها الميسرة (١٠ - ٢٢سم / ١٥٠سم)، كما أن تعرضها للغمر يكون نادراً ولفترات قصيرة جداً.

#### ٤- الوحدة المشتركة للتربة الكلسية الجافة والتربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين

##### مع بروزات صخرية (Calciorthids-Torriorthents-Rock Outcrops)

تشكل هذه الوحدة من تداخل التربة الكلسية الجافة والتربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين واللذان تشكلان معاً (٦٥%) من الوحدة. أما باقي الوحدة فهو بروزات صخرية مع أنواع ثانوية أخرى من التربة. وتتواجد هذه الوحدة في شكل أرض شبه مستوية وخفيفة الانحدار حول المجرى الأدنى والجزء الشرقي لحوض وادي تثليث، وبنسبة لا تتجاوز (٦%) من إجمالي مساحة المنطقة. ومن أبرز خواصها المائية انخفاض قدرتها على حفظ الماء حيث تبلغ سعتها الميسرة أقل من (٦ سم / ١٥٠ سم) وهي ذات نفاذية متوسطة وغالباً ما يكون عمق الطبقة غير المنفذة أسفلها في حدود (٢٥ - ٥٠ سم) وفي وقت يزيد فيه مستوى الماء الأرضي عن (١٥٠ سم).

#### ٥- وحدة التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية

##### (Torriorthents-Rock Outcrops)

تشكل هذه الوحدة في مجملها جبال عسير المعروفة وهي تتكون من مساحات من البروزات الصخرية الحادة الانحدار فوق جبال وعرة بنسبة (٤٥%) أما التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين فهي توجد في مساحات صغيرة بالمنحدرات الخلفية وسفوح هذه البروزات الصخرية وتتمثل في طبقات حصوية طميية ضحلة إلى ضحلة جداً. وتغطي مساحة هذه الوحدة ما يزيد عن (٣٢%) من إجمالي المساحة الكلية للمنطقة الجبلية بعسير وتوجد في معظم أجزاء روافد حوضي وادي تثليث ووادي بيشة. وتتسم هذه الوحدة بنفاذيتها السريعة نسبياً (٥,١ - ١٥ سم / ساعة) وعدم قدرتها على حفظ المياه وانخفاض سعتها الميسرة (في حدود ٦ سم / ١٥٠ سم) .. ولا يزيد عمق الطبقة غير المنفذة أسفلها عن (٥٠ سم).

٦- الوحدة المشتركة للتربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين والتربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.

**(Torriorthents- Rock Outcrops - Torrifluvents)**

تتشكل هذه الوحدة نتيجة تداخل التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع التربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين بنسبة (٧٠%) في وجود مساحات من البروزات الصخرية. وتتواجد في جنوب ووسط المنطقة الجبلية بعسير في سفوح التلال ومجاري الوديان المتقطعة وفي مساحات كبيرة نسبياً تصل إلى نحو (١٦%) من إجمالي المساحة الكلية للمنطقة. ومن الناحية الهيدرولوجية فإن وحدة التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين تمتاز، بصورة عامة، بنفاذيتها المتوسطة وقدرتها العالية على حفظ المياه، إلا أن تداخل التربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين معها قد يزيد من سرعة نفاذيتها ويحد من قدرتها على حفظ المياه. مع الأخذ في الحسبان أن تعرضها للغمر يكون نادراً ولفترات قصيرة جداً.

٧- الوحدة المشتركة للتربة الحجرية/الحصوية الصحراوية حديثة التكوين والتربة الجفافية الحصوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.

**(Lithic- Torriorthents- Xerorthents- Rock Outcrops)**

تظهر هذه الوحدة في الأجزاء المرتفعة من المنطقة الجبلية بعسير كشريط متصل عرضه لا يتجاوز (٧ كم) يبدأ جنوباً من الحدود اليمنية - السعودية ويمتد شمالاً على الحافة العليا للجرف الجبلي حتى حدود إمارة الباحة، وتغطي هذه الوحدة نحو (٨%) من إجمالي مساحة المنطقة الجبلية بعسير. ولقد تكونت هذه الوحدة على جبال حادة الانحدار ومدرجات زراعية شبه مستوية يتخللها العديد من المجاري والوديان المتقطعة التي تبدأ داخلها وتخرج منها لتكوّن أحواض تصريف مائية عبر المنطقة. ومن أهم مكونات هذه الوحدة التربة الصخرية/الحصوية الصحراوية حديثة التكوين، وهذه التربة غير منفذة للمياه وتشكل بمفردها (٧٠%) من إجمالي الوحدة مع تداخل من بروزات صخرية في حدود (١٥%). أما التربة الجفافية الحصوية حديثة التكوين فهي تمثل (١٥%) وتتواجد في مساحات صغيرة متناثرة بجوانب التلال حيث أنشئت مدرجات زراعية لجمع المياه السطحية المنحدرة من أعلى وذلك نظراً لقدرتها المرتفعة على حفظ المياه.

٨- وحدة التربة الرملية الصحراوية حديثة التكوين (Torripsaments)

تعد هذه الوحدة من الوحدات المميزة لتربة الرتب الرملية الصحراوية حديثة التكوين وتتميز بحبيبات ضعيفة التدرج ومتجانسة الحجم. وتوجد في شرق وشمال المنطقة الجبلية

بعسير في مساحات فردية محدودة تشكل في مجملها مساحة لا تزيد عن (٤%) من المساحة الكلية للمنطقة. ومن أبرز الخواص المائية لهذه الوحدة نفاذيتها السريعة التي تزيد عن (٥١ سم/ساعة) وتتميز بنظام رطوبة جاف يعكس انخفاض سعتها الميسرة وعدم قدرتها على حفظ المياه.

#### خامساً - أثر معدلات الإمداد والفقد المائي في رطوبة التربة. رطوبة التربة في الدورة المائية الكاملة.

يلعب عنصرا هطول الأمطار والتبخر/النتح الدور الرئيس لشرح الدورة الهيدرولوجية وينظر إليهما باعتبارهما عنصري الإمداد والفقد المائي الرئيسين (recharge & disposal items) في معادلة التوازن المائي، Davis, wiest (1966) ومن ثم تحديد أسلوب التغذية للمياه المترسبة للتربة وباطن الأرض. ومن الناحية النظرية فإن العلاقة التبادلية بين معدلات هطول الأمطار والتبخر/النتح على مدار دورة مائية كاملة يكون لها تأثير كبير على رطوبة التربة (Thornwaite, Mathes, 1955) ويتم ذلك على ثلاث مراحل محددة :

##### المرحلة الأولى

مع بداية موسم الأمطار، تكون هناك زيادة في معدل هطول الأمطار مع الزمن بالنسبة للتبخر/النتح ويحدث نوع من الترسيب (Infiltration) يؤدي إلى تشبع التربة بالرطوبة (Soil-moisture recharge) ومع استمرار موسم الأمطار وزيادة معدلات الهطول تترسب المياه الزائدة في باطن الأرض لتخزن كميات جوفية (Ground-water recharge).

##### المرحلة الثانية

في الفترة النهائية لموسم هطول الأمطار يكون معدل الهطول أقل من معدل التبخر/النتح وتتعرض التربة لنوع من الاستنزاف لرطوبتها أو ما يعبر عنه بـ (Soil-moisture depletion) وفي هذه الحالة لا يكون هناك أي ترسيب للمياه إلى باطن الأرض.

##### المرحلة الثالثة

بانتهاؤ موسم الأمطار يكون التبخر/النتح هو عامل الفقد المؤثر في معادلة التوازن المائي، ويظهر أثر ذلك على التربة حيث تعاني من عجز تام في

الرطوبة (Soil-moisture deficiency). وتمتد هذه المرحلة حتى بداية الدورة الجديدة لموسم الأمطار.

العلاقة بين معدلات الأمطار الفعلية والتبخر/النتح وأثرها على التربة.

بغرض دراسة هذه العلاقة فقد تم اختيار (١٥) محطة مناخية ومحطة قياس الأمطار منها (٩) محطات ممثلة لحوض تصريف وادي بيشة و(٦) محطات ممثلة لحوض تصريف وادي تنليث ولقد تم جمع بيانات معدلات هطول الأمطار من واقع القياسات الفعلية، أما قياسات التبخر/النتح المقدرة فقد تم استنتاجها من واقع نموذج المحاكاة الرياضي المستخدم في الفصل الثالث لتقدير التبخر/النتح بمحطات الدراسة، خلال فترتين زمنييتين، الفترة الزمنية الأولى تمتد لمدة (٢٨) عاماً متصلة ١٩٧٠-١٩٩٧م ثلاث محطات واقعة في حوض تصريف وادي بيشة (النماص وأبها وبيشة) ولمحطة واحدة واقعة في حوض تصريف وادي تنليث (تنليث)، أما الفترة الزمنية الثانية فهي تمتد لمدة (١٦) عاماً متصلة ١٩٨٢-١٩٩٧م، لست محطات في حوض تصريف وادي بيشة (تمنية، وسر لعصان، وتباله، وسبت العلايا، وصبح بلحمر، وأبو جنية) وخمس محطات في حوض تصريف وادي تنليث (سراة عبيدة، وظهران الجنوب، والحرجة، وصمخ، والجوف).

ومن واقع البيانات المسجلة جدول (٥٦) فقد تم حساب المحددات التالية :

- \* عدد سنوات حدوث التشبع لرطوبة التربة خلال فترة القياس لكل محطة.
- \* أقصى معدل مسجل لهطول الأمطار شهرياً خلال فترة القياس لكل محطة بالمليمتر.
- \* متوسط فترة حدوث التشبع الكلي خلال دورة مائية واحدة مقاسة بالشهر.
- \* أقصى فرق مقياس بين معدلي هطول الأمطار والتبخر/النتح خلال فترة حدوث التشبع لرطوبة التربة مقاسة بالمليمتر شكل (٧٨).

ومن واقع تحليل النتائج المتحصل عليها في جدول (٥٦) يتضح إمكانية تحديد (٤)

مناطق مميزة في ظروفها الهيدرولوجية على النحو التالي :

#### المنطقة الأولى .

تضم الأراضي الواقعة في جبال السروات المرتفعة في الجزء الأوسط من حوض تصريف وادي بيشة ويمكن النظر إليها باعتبارها منطقة تشبع كامل لرطوبة التربة قد تتسرب فيها المياه الزائدة لتخزن كمياه جوفية متجددة وتتراوح فترة حدوث التشبع في هذه المنطقة من شهرين إلى أربعة أشهر خلال موسم هطول الأمطار، ولقد بلغ أقصى معدل مسجل لهطول الأمطار الشهري خلال فترة القياس ما بين (٢٢٠) مم إلى (٢٩٠) مم وأدى ذلك إلى أن تتجاوز معدلات هطول الأمطار معدلات التبخر/النتح بما يتراوح بين (٦٠-١٨٠) مم وفي

هذه الحالة فإنه يتوقع أن تكون مرحلة استنزاف الرطوبة للتربة تعادل زمنياً فترة حدوث التشبع شكل (٧٩).

### جدول (٥٦)

أقصى فرق مقاس بين معدلي هطول الأمطار والتبخر/النتح لبعض المحطات المختارة في المنطقة الجبلية بعسير.

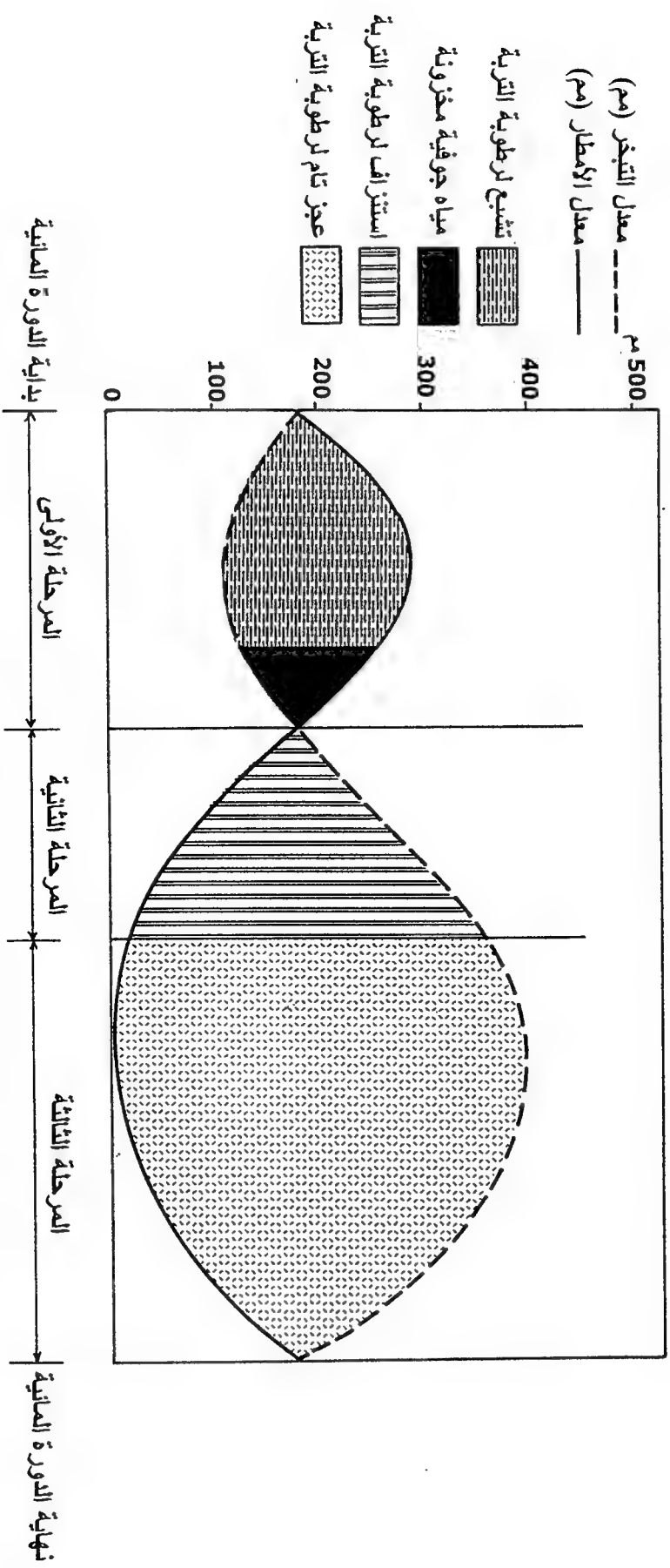
حوض تصريف المياه	المحطة	عدد سنوات القياس	عدد سنوات حدوث التشبع	أقصى معدل مسجل لهطول الأمطار شهرياً (مم)	متوسط فترة حدوث التشبع خلال دورة مائية (بالشهر)	أقصى فرق مقاس بين معدل الهطول والتبخر/النتح (مم)
وادي بيشة	الناماص	٢٨	١٥	٢٩٠	٤,٥	١٨٠
	أبيها	٢٨	٩	٢٨٠	٣,٠	١٧٠
	سرلعصان	١٦	٤	٢٢٠	٢,٥	١٠٠
	بيشة	٢٨	٢	١٦٠	١,٥	١٠
	تمنية	١٦	٩	٢٥٠	٢,٥	١٠٠
	تبالة	١٦	٠	١٢٠	٠,٥	٠
	سبت العليا	١٦	٣	١٤٠	٢,٥	١٠
	صبح باللحمر	١٦	١٠	٢٤٠	٢,٥	٦٠
	أبو جنيه	١٦	٠	٦٠	١,٠	٠
	تثليث	٢٨	٢	١٠٠	١,٠	١٠
وادي تثليث	صمخ	١٦	٠	٥٤	٠,٥	٠
	الجوف	١٦	٢	١١٠	١,٠	١٠
	الحرجة	١٦	٤	١٦٠	١,٥	٢٠
	سراة عبيدة	١٦	١	١٥٠	١,٥	١٠
	ظ. الجنوب	١٦	٣	١٠٠	١,٥	١٠

الجدول من إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات قياسات الأمطار الفعلية وبيانات قياسات التبخر/النتح من واقع نموذج المحاكاة الرياضي المستخدم في الدراسة.





شكل (٧٩)  
 العلاقة بين معدلات الأمطار والتبخر/النتح في دورة مائية كاملة بمنطقة  
 الجبال المرتفعة وسط حوض تصريف وادي بيشة.



المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الواردة في الفصل الثالث والرابع .

### المنطقة الثانية .

تمثل الأجزاء الباقية من حوض تصريف وادي بيشة (الشمالية والغربية) مناطق تشبع جزئي عالٍ لرطوبة التربة ولفترة محدودة قد تصل إلى ثلاثة أشهر خلال الدورة المائية السنوية ومع ذلك فإن حدوث تخزين للمياه الزائدة كمياه جوفية يكون احتمالاً ضعيفاً، خاصة وأن أقصى معدل مسجل لهطول الأمطار شهرياً لا يتجاوز (٢٤٠) مم وفي وقت لا يتجاوز الحد الأقصى للفرق المقاس بين معدلي هطول الأمطار والتبخر/النتج (٦٠) مم، كما يتوقع في هذه الحالة أن يحدث استنزاف متدرج لرطوبة التربة بانتهاء موسم الأمطار ولمدة لا تزيد عن شهرين تتعرض بعدها هذه المناطق لعجز تام لرطوبة التربة حتى انتهاء الدورة المائية شكل (٨٠).

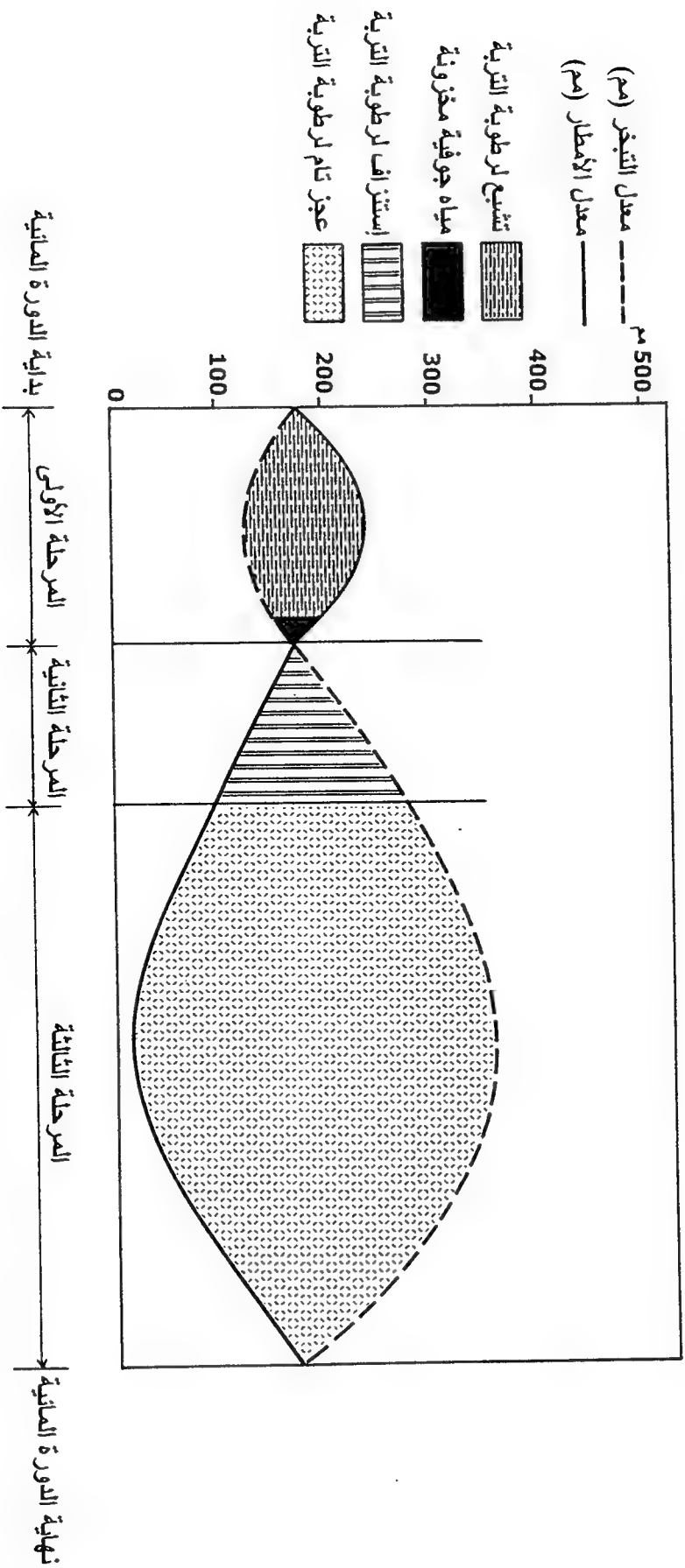
### المنطقة الثالثة.

تعد الأجزاء الجنوبية والغربية من حوض تصريف وادي تثليث منطقة تشبع جزئي متوسط لرطوبة التربة، ولمدة قد لا تتجاوز شهرين في العام، ولا يتوقع حدوث تخزين للمياه الزائدة كمياه جوفية إلا في نقاط محددة جنوب الحوض حيث تتوفر تربة مسامية أسفل منطقة التشبع، وقد يصل أقصى معدل لهطول الأمطار شهرياً نحو (١٥٠) مم، وفي وقت يظل أقصى فرق مقاس لمعدلي هطول الأمطار والتبخر/النتج (٢٠) مم وفي هذه الحالة فإن استنزاف رطوبة التربة متوقع في حدود شهر واحد بعد انتهاء موسم الأمطار تتعرض بعدها المنطقة إلى عجز تام لرطوبة التربة حتى انتهاء الدورة المائية شكل (٨١).

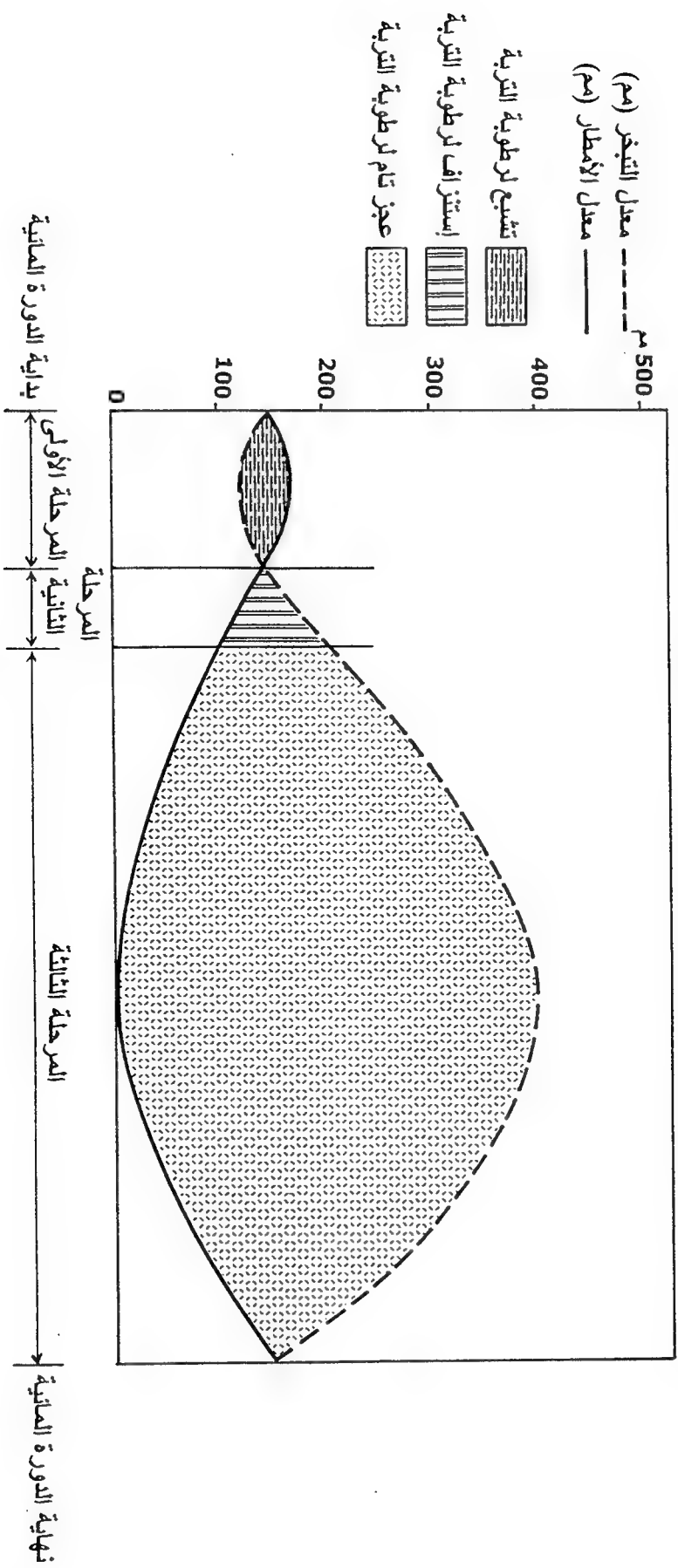
### المنطقة الرابعة.

وتمثلها الأجزاء الشمالية والشرقية من حوض تصريف وادي تثليث وهي منطقة تشبع جزئي محدود لرطوبة التربة ولمدة قد لا تتجاوز شهراً في العام، ولا يتوقع حدوث تخزين للمياه الزائدة بها كمياه جوفية، وقد يصل أقصى معدل مسجل لهطول الأمطار شهرياً نحو (١٠٠) مم. علماً بأن الفرق بين الحد الأقصى لمعدلي هطول الأمطار والتبخر/النتج لا يتجاوز (١٠) مم. وفي هذه الحالة فإن استنزاف رطوبة التربة متوقع في فترة زمنية محدودة لا تتجاوز شهراً واحداً بعد انتهاء موسم الأمطار، تتعرض بعدها منطقة حوض تصريف وادي تثليث لعجز تام في رطوبة التربة ولفترة طويلة حتى انتهاء الدورة المائية شكل (٨٢).

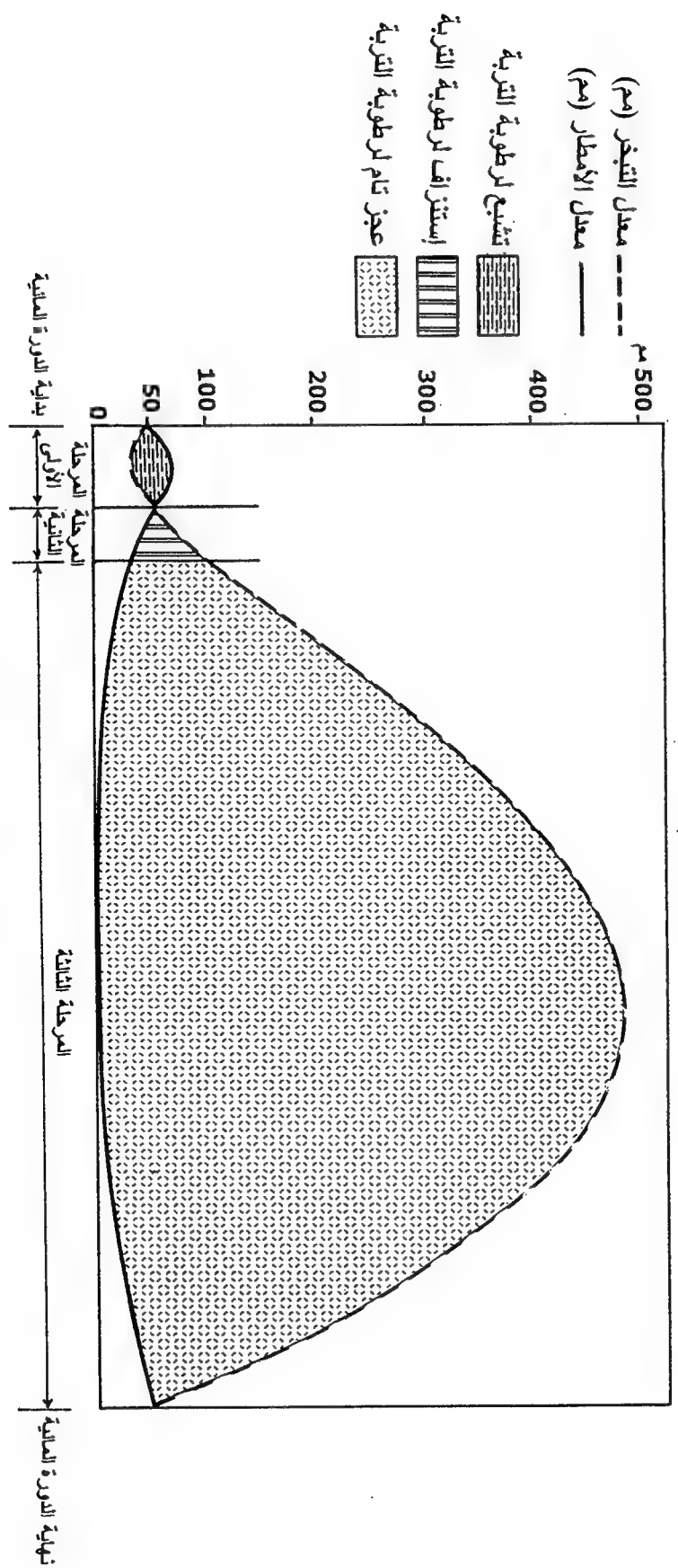
شكل (٨٠)  
العلاقة بين معدلات الأمطار والتبخر/التنح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الشمالية والغربية من حوض تصريف وادي بيشة.



شكل (٨١)  
العلاقة بين معدلات الأمطار والتبخر/النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء  
الغربية والجنوبية من حوض تصريف وادي بيشة .



شكل (٨٢)  
العلاقة بين معدلات الأمطار والتبخر/النتح في دورة مائية كاملة في  
المنطقة التي تغطي الأجزاء الشرقية والشمالية والجنوبية من حوض  
تصريف وادي تليلث.



المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الواردة في الفصل الثالث والرابع .

## الفصل السادس

### الغطاء النباتي الطبيعي وخصائص المناطق النباتية المناخية

#### في الأراضي الجبلية بعسير

تتميز منطقة عسير عن باقي مناطق المملكة في الجزيرة العربية من حيث تنوع البيئة الطبيعية والخصائص التضاريسية والمناخية، فقد ساعدت العوامل الجغرافية الطبيعية السائدة في هذه المنطقة الجبلية على نمو وانتشار غطاء نباتي طبيعي تتزايد كثافته على قمم الجبال وفي بطون الأودية.

وينظر إلى هذا الغطاء النباتي الطبيعي باعتباره ثروة طبيعية متجددة توفر الحماية والوقاية للمنطقة الجبلية في عسير، ويعمل - للمحافظة على أراضيها - كمصدات تحول دون إنجراف التربة، ويساعد أيضاً على تنظيم وتوزيع جريان المياه، وبالتالي يزيد من مخزون مياه التربة ويحافظ على رطوبتها.

ولقد أدى كبر مساحة منطقة عسير الجبلية بما يعادل (٧٠,٠٠٠) كم<sup>٢</sup> وتباين أشكال وارتفاع التضاريس الجبلية لما يزيد عن (٨٠٠) م فوق مستوى سطح البحر إلى تباين الظروف المناخية والتوزيع المكاني للموارد المائية السطحية وتنوع التربة، ومن ثم تباين التوزيع المكاني لكثافة وأنواع النباتات الطبيعية التي تنمو في المنطقة.

وتمت في هذا الفصل دراسة أنواع الغطاء النباتي الطبيعي في الأراضي الجبلية بمنطقة عسير، ومعرفة أنواع النباتات التي تنتمي إلى الفصائل النباتية في المنطقة واستقصاء العلاقات المترابطة بينها في ظل التنوع الحاصل للظروف المكانية والعناصر المناخية والهيدرولوجية والبيدولوجية المؤثرة، وذلك للتوصل إلى تحديد واضح لمناطق ذات خصائص نباتية مناخية في الأراضي الجبلية بعسير.

#### أولاً - الغطاء النباتي الطبيعي.

يندرج الغطاء النباتي الطبيعي بالمنطقة، بصورة عامة تحت مجموعات النباتات شبه الصحراوية (Semi-desert vegetation) التي تمثل خليطاً من الحشائش (الأعشاب) والشجيرات والأشجار المتناثرة التي تتداخل مع أنماط مميزة من الغابات دائمة الخضرة Evergreen Coniferous Forests وزارة الزراعة (١٤٢٢هـ). وقد بدأت الدراسة الجادة للغطاء النباتي الطبيعي بالمملكة من قبل قسم النبات بكلية العلوم جامعة الملك سعود في بداية السبعينيات من القرن العشرين، وتم تقسيم المملكة إلى (٩) مناطق جغرافية/نباتية

(Phytogeographic regions) لكل منطقة خواصها النباتية المميزة، ومن ثم عمل تصنيف لهذه النباتات الطبيعية إلى أصناف (Classes) وتحت أصناف (Sub-Classes) ورتب (Orders) يندرج تحتها فصائل/عائلات (Families) بحيث تتوافق مع التصنيفات المتعارف عليها علمياً. ولقد استكملت هذه الدراسات فيما بعد من قبل الجهات الحكومية، خاصة الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة ووزارة الزراعة والمياه، وصدر العديد من التقارير والنشرات لشرح هذه التصنيفات النباتية في كافة أنحاء المملكة.

وبغرض دراسة وتوضيح ماهية الغطاء النباتي الطبيعي في الأراضي الجبلية في منطقة عسير، وتعريب المسميات اللاتينية للأنواع النباتية السائدة في منطقة عسير الجبلية فقد تم الاستعانة بالمراجع التالية :

- Migahid, (1978) , Sheila Collette, (1985) , Miller & Cope, (1996), Vesey-Fitzgerald, (1999), Choudary, (1999-2000).
- العودات، وآخرون، (١٩٨٩م)، النافع، (١٩٩٨-٢٠٠٠م).

ومن واقع مراجعة ودراسة هذه المراجع أمكن استنتاج التالي :

- تتدرج النباتات الطبيعية في المنطقة الجبلية بعسير تحت قسمين أساسيين جدول (٥٧).  
أولاً : قسم النباتات اللازهرية الوعائية (التريدية) (Pteridophyta Division).  
ثانياً : قسم النباتات البذرية (حاملات البذور) (Spermatophyta Division).  
وطبقاً للتقسيمات العلمية المتعارف عليها دولياً للنباتات الطبيعية فإن لكل قسم أصنافاً نباتية (Class) أو تحت أصناف (Sub-Class) يندرج تحتها رتب (Order) وتشكل كل رتبة مجموعة من الفصائل/العائلات النباتية المعروفة (Family)، شكل (٨٣).
- النباتات اللازهرية الوعائية.

- تُعرف النباتات اللازهرية الوعائية (التريدية) *Pteridophyta* بأنها نباتات ليس لها أزهار أو بذور وتتميز ببساطة تركيبها، والجسم النباتي لهذه النوعية من النباتات أنسجة توصيلية متمايز إلى ساق وجذور وأوراق ولها أنسجة وعائية متطورة، ويوجد طوران في دورة حياتها، طور بوغي سائد (Sporophyte) وطور مشيجي ضامر (Gametophyte)، ويتم التكاثر بواسطة الأبواغ وهو شكل مطور من الخلية التكاثرية يتم فيها تراكيب متناهية الصغر تسمى الأبواغ على أوراق النبات من خلال تكاثر لا جنسي نتيجة انقسام اختزالي، ثم تنمو البوغة حال توفر المياه إلى نبات صغير يعرف بالطور المشيجي الذي يعطي بدوره خلايا جنسية مذكرة ومؤنثة تنمو وتكون طوراً بوغياً آخر. مجاهد، آخرون، (١٩٩٢م).

## الجدول (٥٧)

أنواع النباتات في المنطقة الجبلية بعسير.

القسم Division	الصف Class	تحت صف Sub-class	رتبة Order	فصيلة/عائلة Family
النباتات اللازهرية الوعائية (التريدية). Pteridophyta	ذيل الحصانيات Equisetneae	-	ذيل الحصانيات Equistales	ذيل الحصان Equisetaceae
	السرخسيات Filicaneae	-	السرخس Filicales	الأسبيلنوم Asplenium
النباتات البزيرية (حاملات البذور) Spermatophyta	عاريات البذور Gymno- sperma	-	اللافوريات Gynerales	اللافورية Ephedaraceae
			المخروطيات Coniferoles	القمعية Cupressaceae
	كاسيات البذور Angiosperma	أحادية الفلقة Monocotyledones	الزنبقيات Liliflora	الزنبقية Liliaceae
				السوسنية Iridaceae
				النرجسية Amaryllidaceae
			البذريات الدقيقة Microspermae	السحلبية Orchidaceae
			النجيليات Graminales	النجيلية Gramineae
			الرئيسيات Principes	النخيلية Palmae
			الصنوبريات Cyperles	الصنوبر Cyperaceae
		ثنائية الفلقة Dicotyledones	القرعيات Cucurbitales	القرعية Cucurbitaceae
			مركزية البذور Centrosperma	السرمنية Chenopodiaceae
				الكاريوفايلاسيا Caryophyllaceae
			الخشخاشية Papaverales	الغطائية Capparaceae
			الشذابيات Rutales	البلسمية Burseraceae
				الشذابية Rataceae
			الابريرات Gerniales	الفربيونية Euphorbiaceae



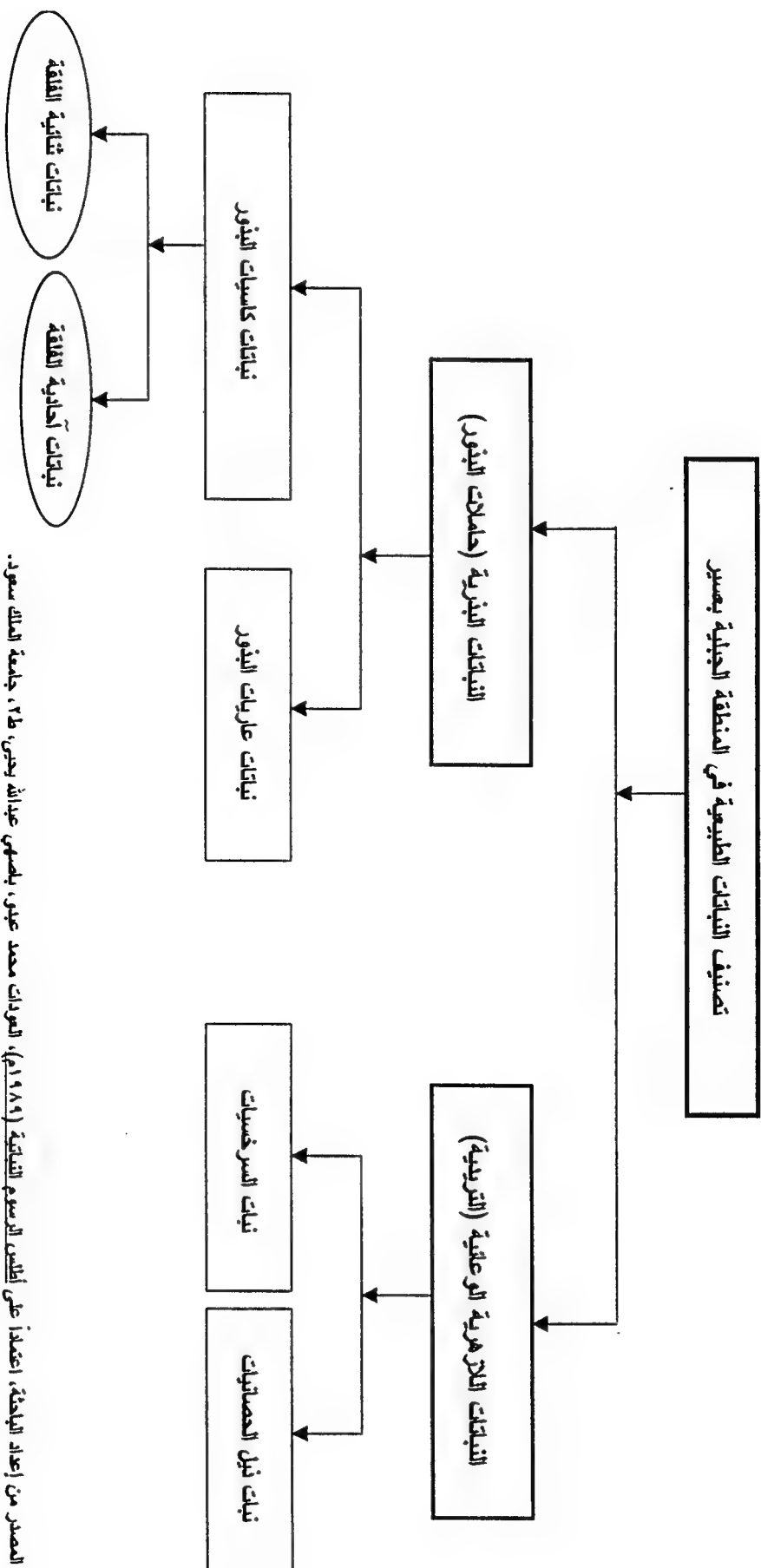
## ( تابع ) الجدول ( ٥٧ )

أنواع النباتات في المنطقة الجبلية بعسير .

القسم Division	الصنف Class	تحت صنف Sub-class	رتبة Order	فصيلة/عائلة Family
النباتات البذرية (حاملات البذور) Spermatophyta	كاسيات البذور Angiosperma	ثنائية الفلقة Dicotyledones	الأنبوبيات Tubiflorae	الأكانثية Acanthaceae
				الهالوكية Orobanchaceae
			الورديات Rosales	البقولية Leguminosae
				الوردية Rosaceae
			العطريات Myrtiflorae	الحنائية Lythraceae
				الخُمرية Onagraceae
			النبقيات Rhamanales	السدرية Rhamnaceae
			الحمطيات Urticles	الحمطية Moraceae
			الجريسيات Compunulales	المركبة Compositae
				الجريسيات Campanulaceae
			الزيتونيات Oleales	الزيتونية Oleaceae
			الخيميات Umbellales	الخيمية Umbelliferae
			البنفسجيات Violales	الأثلوية Tamaricaceae

الجدول إعداد الباحثة اعتماداً على المراجع النباتية.

شكل (٨٣)



المصدر من إعداد الباحثة، اعتماداً على أطلس الرسوم النباتية (١٩٨٩م)، العودات محمد عبد، بضمي عبدالله يحيى، ط٢، جامعة الملك سعود.

ويضم هذا القسم صنفين نباتيين هما ذيل الحصانيات *Equisetneae* والسرخسيات *Filicanes* شكل (٨٤).

ومن أهم النباتات المعروفة في هذا القسم بالمنطقة الجبلية بعسير:

• نباتات فصيلة / عائلة ذيل الحصان (ذنب الخيل) (*Equisetaceae Family*)

تتميز هذه النباتات بكونها عشبية لها جذور وساق قصيرة مفصلية يمثلها نوع ذيل الحصان المتشعب *Equisetum ramosissimum*، وتتواجد في المستنقعات أو الأماكن الرطبة القريبة من تنومة والنماص وأبها.

• نباتات فصيلة / عائلة الاسبلنيوم (*Aspelenium Family*)

هي نباتات عشبية تنمو في المناطق الصحراوية المظلمة الرطبة بين الجروف والصدوع في المناطق الجبلية المرتفعة. ومن أنواعها المعروفة الاسبلنيوم الشعري *Aspelenium trichomanes*.

ومن الأهمية الإشارة إلى وجود نوع من الأشنان الثمرية *Usnea articulate* في المرتفعات الجبلية في حوض وادي بيشة وتدرج تحت نوع من النباتات اللازهرية الثالوسية *Cryptogames/Thallophyta* ناتج من تعايش الفطريات والطحالب *Fungis & Algaes*. وهي توطد نفسها على شكل مستعمرات نباتية رائدة في أماكن المعيشة غير القابلة لنمو النباتات الأخرى، وهي كثيرة التفريع وينمو بعض منها على نباتات العرعر، ولها قدرة على استخلاص الرطوبة اللازمة للنمو من الجو المحيط بها. العودات، وآخرون، (١٩٨٩م).

النباتات البذرية (حاملات البذور).

- يضم قسم النباتات الزهرية البذرية (حاملات البذور) صنفين أساسيين هما :

أ - النباتات عاريات البذور (*Gymnosperms Class*)

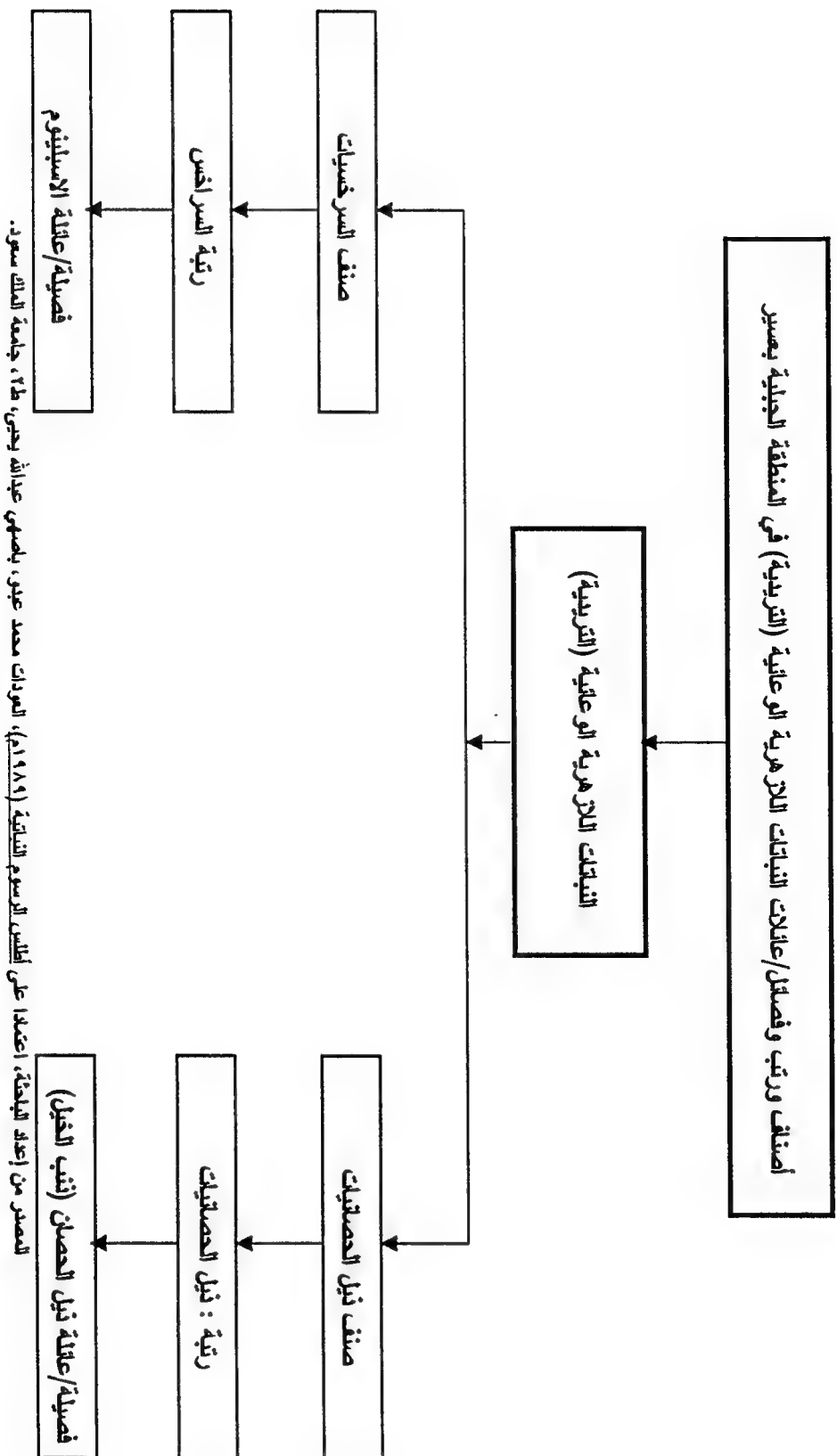
هي نباتات راقية توجد أعضاؤها التكاثرية في داخل الأزهار التي تعطي البذور والثمار، وتتميز هذه المجموعة ببقاء الكرابل (Carpels) منبسطة بحيث تكون البويضة معرضة للوسط الخارجي.

وتتمثل النباتات البذرية عاريات البذور في المنطقة الجبلية بعسير بنوعين فقط هما : شكل (٨٥).

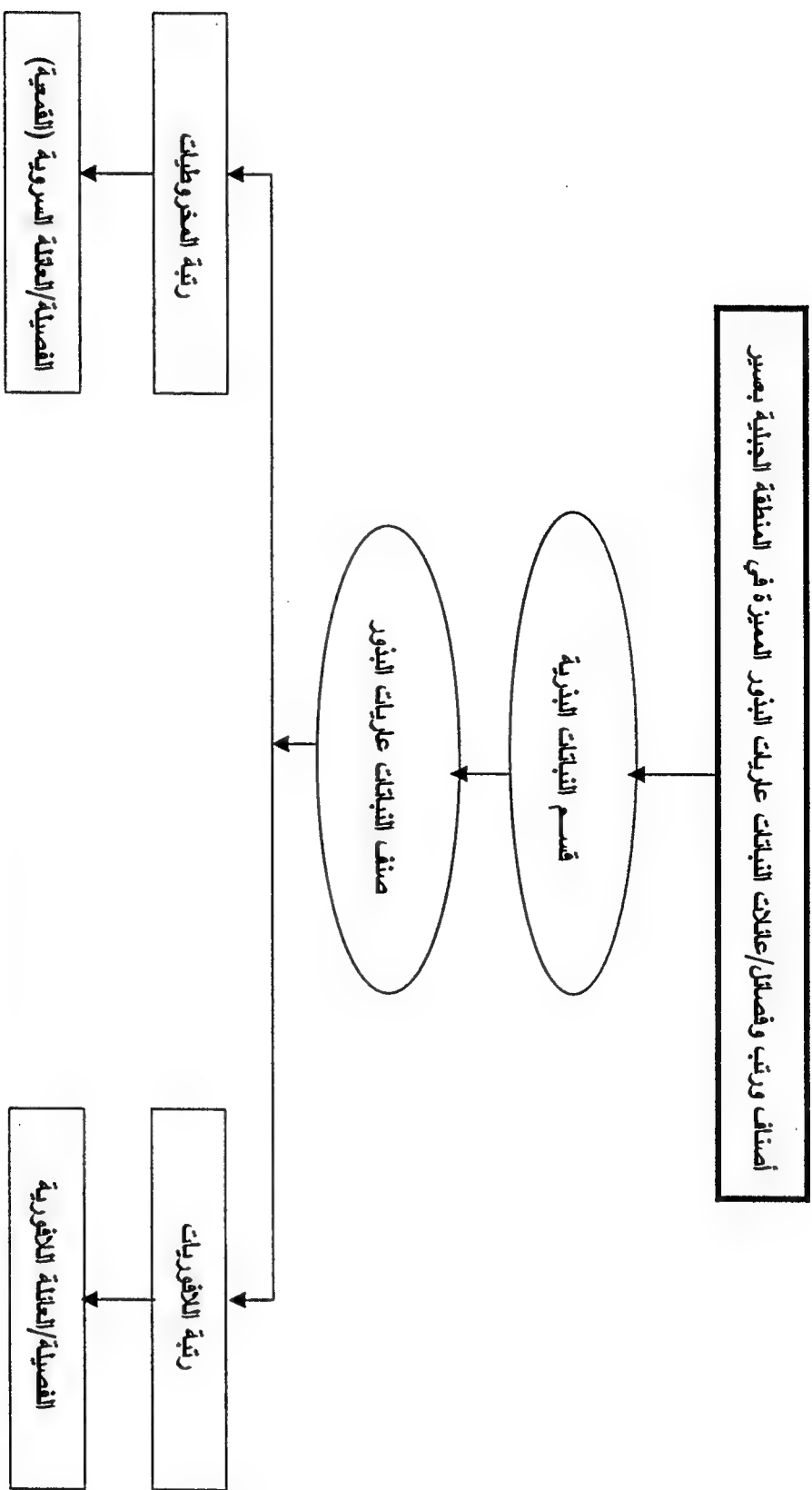
• نباتات فصيلة / عائلة اللافورية (*Ephedaraceae Family*)

تظهر على هيئة شجيرة متعددة الفروع كثيفة ومنتصبة، وهي نبات وحيدة الجنس Unisexual تتواجد دون أوراق أو قليلة الأوراق حتى يتم حمل البذور خارجياً على الحراشيف أو الأوراق، مثل نبات علندة *Ephedra sp.* .. وتوجد بالقرب من مساقط المياه أو على قمم التلال الصخرية.

شكل (٨٤)



شكل (٨٥)



المصدر من إعداد الباحثة، اعتماداً على أطلس الرسوم النباتية (١٩٨٩م)، العودات محمد عبدو، بالهلي عبدالله وحتى، ط٢، جامعة الملك سعود.

\* نباتات عائلة/فصيلة السروية (القُمية) (*Cupressaceae Family*)

تظهر على هيئة شجيرة/شجرة العرعر المعروفة *Juniperus procera* ولها انتشار واسع في المنطقة الجبلية بعسير، وقد يصل ارتفاع هذه الشجرة نحو (٤) أمتار ولها ثمرة ذات رائحة عطرية وأزهار بيضاء. وتوجد على قمم الجبال التي تزيد عن (٢٠٠٠) متر فوق مستوى سطح البحر حيث تمتص الرطوبة الموجودة في السحب والهواء البارد.

ب- النباتات كاسيات البذور (*Angiosperms Class*).

هي نباتات راقية توجد أعضاؤها التكاثرية في داخل الأزهار لتعطي البذور والثمار، وتتميز هذه النباتات بإحاطة الكرابل بالبويضات إحاطة تامة. وتقسم النباتات الزهرية البذرية كاسيات البذور بدورها إلى :

\* نباتات أحادية الفلقة (*Monocotyledones Sub-class*).

\* نباتات ثنائية الفلقة (ذات الفلقتين) *Dicotyledones Sub-class*

- وتمثل النباتات البذرية كاسيات البذور أحادية الفلقة (*Monocotyledones*) في المنطقة الجبلية بعسير (٧) فصائل/عائلات. شكل (٨٦) وهي :

\* نباتات عائلة / فصيلة الزنبقية (*Liliaceae Family*)

هي نبات عشبي له انتشار واسع في منطقة عسير، ومنها عدة أنواع معمرة كالصبار (حسار) *Aloe rubravalacea* ويوصف هذا العشب بأنه نبات ذو ساق مزهرة ارتفاعه نحو ٤٥سم وله فوائد طبية. ومنها أيضاً البصل البري (الكراث) *Allium pseudcalyptratum* والعنصل (البريط) *Dipcadi viride* والأخريس الأفريقي *Asparagus africanus*. وتوجد نباتات هذه العائلة متسلقة بين نباتات العرعر في حواف المجاري المائية أو على الهضاب الصخرية في المناطق الجبلية غرب المنطقة الجبلية بعسير.

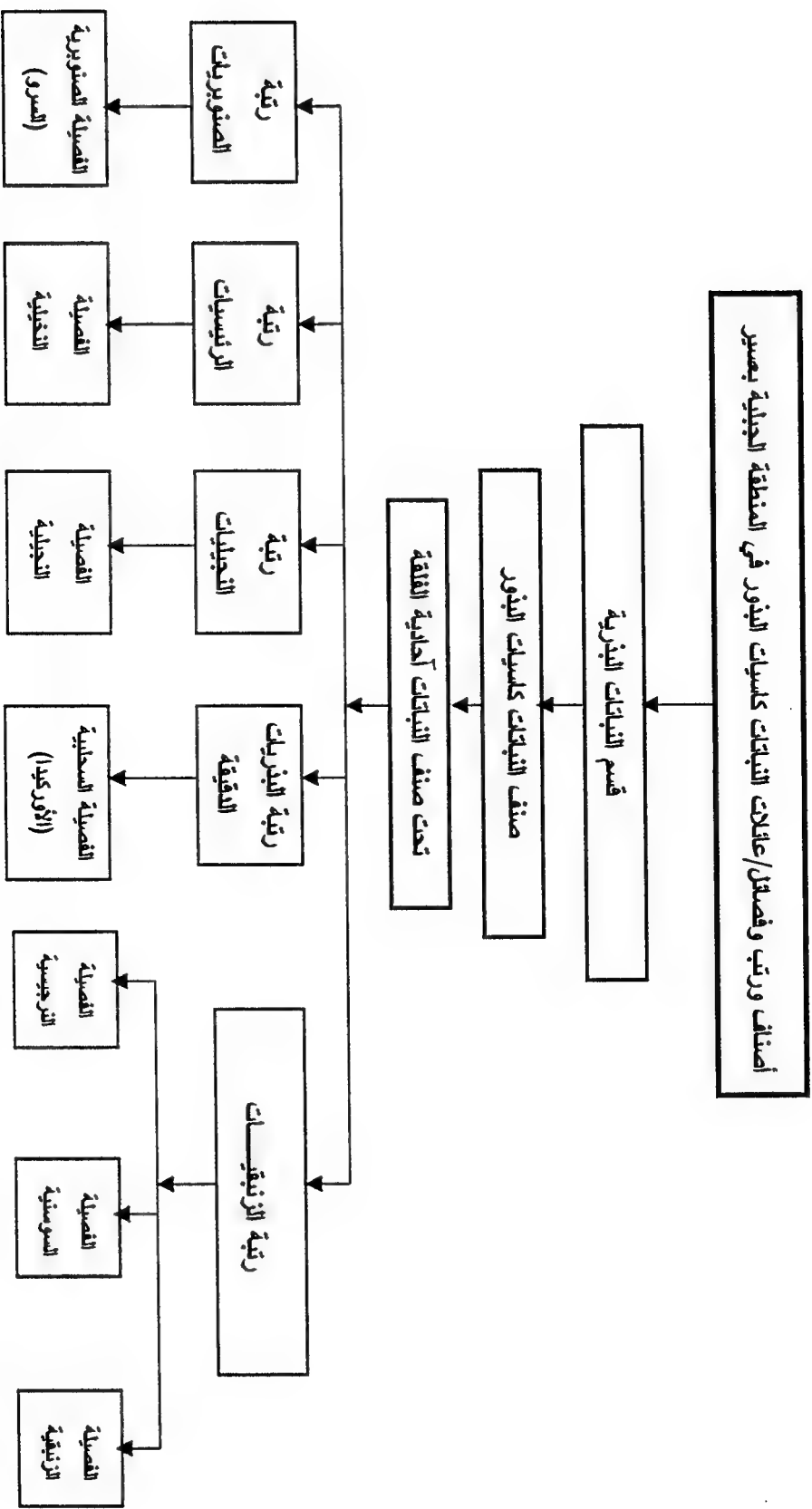
\* نباتات عائلة / فصيلة السنوسية (*Iridaceae Family*).

تظهر كجذر بصلي الشكل له أوراق هزيلة لا يزيد ارتفاعه عن ٧٥ سم، وتوجد في صخور الجبال المرتفعة في منطقة العرعر وهي من أزهار الزينة مثل الأريس (السوسن) *Iris albicans* والجليديوس *Gladiolus delenii*.

\* نباتات عائلة / فصيلة النرجسية (*Amaryllidaceae Family*).

تظهر على هيئة أعشاب بصيلية ذات أوراق مكتظة، ولها رائحة عطرية تستخدم كنبات زينة، وتتواجد مع العرعر خاصة في المناطق الجبلية المرتفعة أو على جوانب التلال الصخرية القريبة من مصادر المياه وهي من النباتات السائدة في المنطقة الجبلية بعسير. ومن أهم أنواعها المعروفة السرف *Crinum* وبصل الريحه *Pancratium album*.

مثال (۸۶)



\* نباتات عائلة / فصيلة السحلبية (*Orchidaceae Family*).

هي نباتات عطرية لها انتشار عالمي واسع، ومع ذلك فلا يوجد سوى (٣) أنواع في المملكة بمنطقة عسير تحديداً، وأشهرها موز الربحة *Eulophia petersii* وتتميز بكونها نباتات عشبية رقيقة لها أنسجة جذرية مثبتة في التربة، حيث تسمح بامتصاص الرطوبة من التربة أو من الجو الرطب المحيط بها، ولا يزيد ارتفاعها عن (١٥سم)، توجد بالمناطق الجبلية المرتفعة في حوض تصريف وادي بيشة الأوسط.

\* نباتات عائلة / فصيلة النجيلية (*Gramineae Family*).

هي نبات عشبي معترش واسع الانتشار ذو ساق منتصب ومفرغ .. ولهذه النباتات أهمية اقتصادية خاصة فيما يتعلق بالرعي وحماية التربة، وتتواجد إما نبات بري مثل الصماء الغليظ ذي السنبل العنقودية المفتوحة *Aristida adscensionis var. typica* أو الشوفان البري *Avena sterilis* والتميد *Thamedia triandra* وزرباه الجبل المعروف في المنحدرات الجافة *Stipagrostis hirtigluma* أو نبات مزروع مثل الشوفان المنزرع *Avena sativa* والدخن *Sorghum* وهو معروف في كل مساحة المنطقة حيث ينمو في البيئة الرطبة والجافة معاً.

\* نباتات عائلة / فصيلة النخيلية (*Palmae Family*).

يوجد في المنطقة نوعان معروفان هما نخيل البلح *Phoenix dactylifera* والنخيل البري *Phoenix caespitosa*، حيث يتواجد النوع الأول في المناطق المنخفضة شمال المنطقة لما له من قدرة على مد جذوره للأعماق تحت سطح الأرض، كما ينمو النوع الثاني في تجمعات (Colonies) في مسيلات الأودية الضيقة وفي جوانب التلال الصخرية المنحدرة غرب المنطقة الجبلية بعسير.

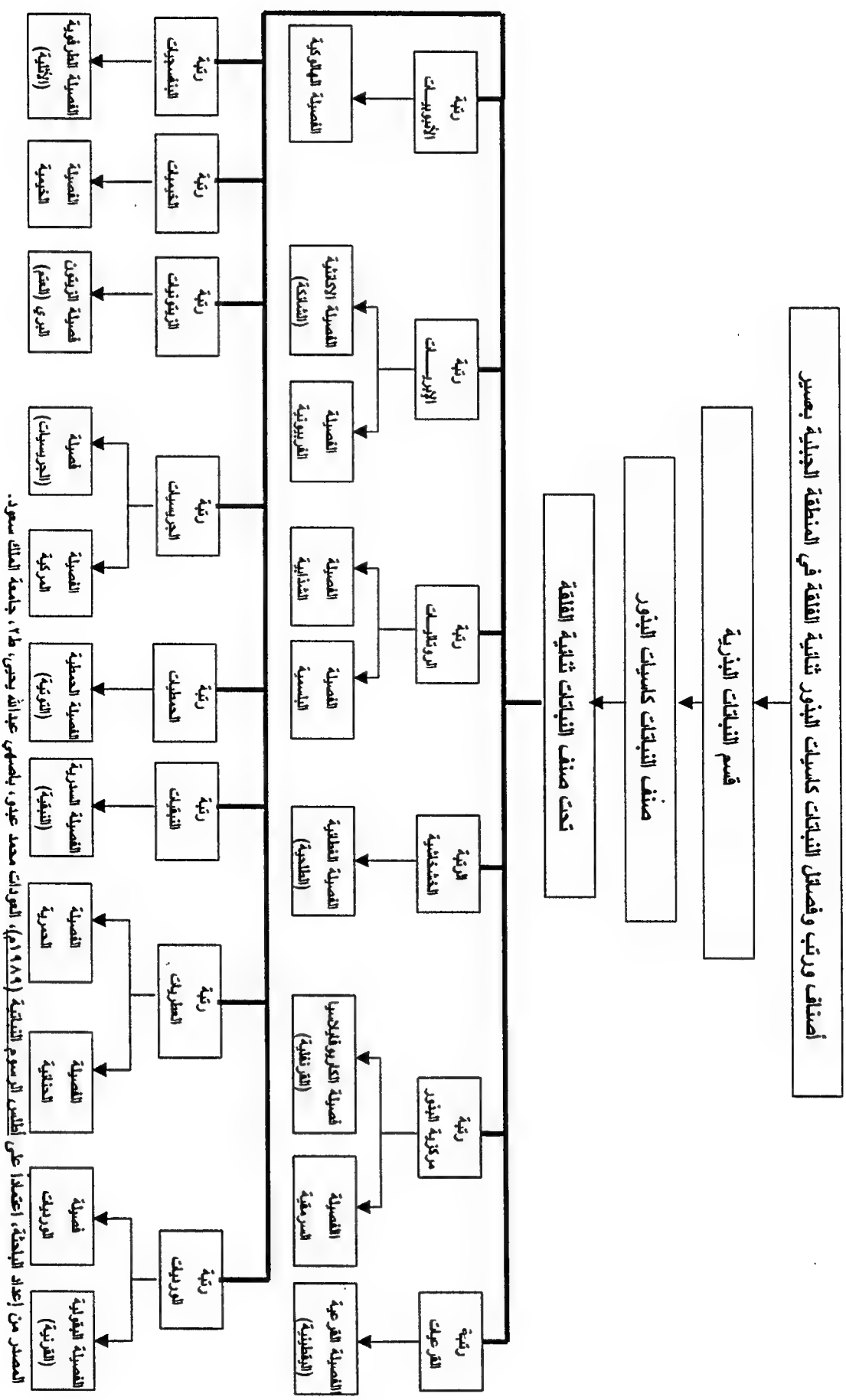
\* نباتات عائلة / فصيلة الصنوبرية (السرو) (*Cyperaceae Family*).

هي أعشاب تشبه الحشائش الكثيفة ولها انتشار واسع في منطقة عسير الجبلية تمثل العديد من الأنواع مثل الكاركس *Carex sp.* التي تتواجد في الرمال الرطبة وسفوح الجروف الصخرية والأودية في المناطق الجبلية المرتفعة غرب المنطقة الجبلية بعسير، ونبات العندب (تندب) *Cyperus sp.* الذي يوجد في الأراضي الصخرية وعلى الكتبان الرملية شرق المنطقة الجبلية بعسير.

- وتمثل النباتات البذرية كاسيات البذور ثنائية الفلقة *Dicotyledones*، في المنطقة الجبلية بعسير (٢٠) عائلة/ فصيلة نباتية. شكل (٨٧)، وفيما يلي أهم مميزات نباتات هذه العائلات/الفصائل النباتية :



شكل (٨٧)



\* نباتات عائلة / فصيلة القرعية (اليقطينية) (*Cucurbitaceae Family*).

توجد أنواع برية منها في كامل المنطقة وتتمو أسفل الأودية الضيقة الصخرية أو على المنحدرات، مثل القرع البري *Cucumis figarei* ونبات الزهنيرية المتسلق *Zehneria scabra*، وتتميز بكونها نباتات عشبية متسلقة لها أوراق متشابكة ومنبطحة تشكل كرمة (نبات معترش).

\* نباتات عائلة / فصيلة السرمقية (*Chenopodiaceae Family*).

توجد على شكل عشب قصير في المناطق الرطبة وفي المناطق الجبلية المرتفعة، وتتمثل بنوعين مميزين في المنطقة الجبلية بعسير، ويُعد أحدهما نبات مرعى مهماً للمنطقة مثل الزربيح الكثيف *Chenopodium ambrosiodes* والسلق البري *Beta vulgaris*. أما النوع الآخر فيمثل نبات عراد العشبي العطري *Salsola spinescens*، الذي ينمو في التربة المالحة بالمنحدرات الشرقية لحوض تصريف وادي بيشة.

\* نباتات عائلة / فصيلة الكاريفايلاسيا (القرنفلية) (*Caryophyllaceae Family*).

هي نباتات عشبية قصيرة واسعة الانتشار في المنطقة الجبلية بعسير، ولها أزهار جميلة وتوجد في صدوع الشقوق والجروف الصخرية قرب الأودية، وربما مختلطة مع نبات العرعر، ومناطق المراعي ذات التربة الرملية الجافة أو الرطبة. ومن الأنواع المعروفة في منطقة جبال عسير نبات النضيبية *Dianthus deserti* ونبات حريشه *Minuartia* والقرحان *Silene*.

\* نباتات عائلة / فصيلة (الطلحية) (*Capparaceae Family*).

توجد على شكل أعشاب وشجيرات لها أوراق شوكية في المناطق المرتفعة وسط المنطقة الجبلية بعسير، على مجاري المياه أو حواف المدرجات وهي نباتات لها منافع طبية. ولكنها تسبب الحساسية للماشية. ومن أنواعها المعروفة نبات عماس *Boscia angustifolia* وضجاج *Capparis tomentosa* وعلقاً المثبت للرمال *Dipterygium glaucum*.

\* نباتات عائلة / فصيلة البلسمية (*Burseraceae Family*).

هي شجيرات توجد في المنحدرات الصخرية متداخلة مع نبات العرعر. وتعرف أيضاً باسم العائلة البخورية ويمثلها بالمنطقة نبات المر *Commiphora sp.* الذي يعتبر مصدراً لإنتاج المادة الراتنجية المسماة (مر) والتي لها استخدامات طبية متنوعة.

\* نباتات عائلة / فصيلة الشذائية (*Rutaceae Family*).

توجد كشجيرات وأعشاب أحياناً على هيئة مستعمرات منفصلة، ولها رائحة زكية وقليلة الأوراق. وتتواجد في المناطق الرعوية، في جوانب التلال الصخرية شمال ووسط المنطقة الجبلية بعسير. وهي ممثلة بنوع واحد بري يسمى الزريم أو الضريم *Teclea nobilis*.

\* نباتات عائلة / فصيلة الفربيونية (*Euphorbiaceae Family*).

توجد على شكل أعشاب أو شجيرات قصيرة شوكية تشبه نبات الصبار، وتنتمي إلى مجموعة النباتات اللين أو اللبينية *Euphorbia sp.* ولها انتشار واسع وتحتوي على عصير لبنى قد يكون ساماً في بعضها، وتوجد في المنطقة الجبلية بعسير في المرتفعات الجبلية على الجرف الصخري وهناك أنواع أيضاً في المنحدرات الشرقية من المنطقة الجبلية بعسير، وتستعمل كصمغ لاصق، ولها بعض الاستخدامات الطبية. ومن أهمها نبات الخروع البري *Ricinus communis* الذي يستخدم زيتَه كمسهل.

\* نباتات عائلة / فصيلة الاكانثية (الشائكة) (*Acanthaceae Family*).

توجد على هيئة أعشاب شجيرية أو شجيرات قصيرة، وبعضها له أوراق شوكية، وهي عائلة منتشرة في جنوب ووسط المنطقة الجبلية بعسير وغالباً ما توجد في منحدرات الأودية الضيقة أو شقوق الصخور الكلسية (الجيرية). ومن أهم النباتات المنتسبة لهذه الفصيلة/العائلة بعسير مجموعة نباتات المضة (مض) *Anisotes trisulcus* والضميران *Justica flava*.

\* نباتات عائلة / فصيلة الهالوكية الجعقلية (*Orobanchaceae Family*).

يتواجد مع نبات العرعر له سنابل منتصبة تحتوي على زهور وهو نبات مستعمر وطفيلي يتصل بجذوره على النبات العائل، والنوع المعروف من هذه الفصيلة/العائلة نبات الهالوك المتدلي *Orobanche cernua* والهالوك القزم *Orobanche minor* وينتشر في المنحدرات الصخرية وعلى حافة الجرف، في حوض تصريف وادي بيشة الأوسط في تربة رملية صلبة أو على صدوع الصخور.

\* نباتات عائلة / فصيلة البقولية (القرنية) (*Leguminosae Family*).

هي نباتات لها انتشار عالمي كبير، وممثلة في منطقة عسير الجبلية بالعديد من الأنواع المعروفة وتتواجد على هيئة أشجار أو شجيرات من أهمها أنواع من الأكاسيا *Acacia spp.* والبلسم *Commiphora sp.* التي تضم السلم *Acacia ehrenbergiana* والسمر *Acacia laeta* والقرظ *Acacia ethbica* والطلح *Acacia abyssinica* والفتاد *Acacia hamulosa* والعنبر *Acacia farnesiana* والعسق *Acacia asak*، وتتداخل مع غابات العرعر في حوض تصريف وادي بيشة حول الحواف الصخرية والأودية الرملية الواسعة أو المنحدرات المحروثة، كما توجد هذه الفصيلة/العائلة أيضاً على هيئة عشب أو حشائش شوكية في الأماكن الرطبة، حول الجداول النباتية أو المراعي في النطاق الجنوبي لحوض تصريف وادي تثليث ممثلة

ببعض أنواع العُشْرَق *Senna italica* وكَدَاد أو أصْبَع العُروس *Astragalus corrugatus* والنفل *Medicago lupulina* وغيره.

#### \* نباتات عائلة / فصيلة الوردية (*Rosaceae Family*).

توجد كشجيرات مورقة مثمرة لها أغصان كثيفة يمثلها أشجار اللوز البري *Wild almond* وباقي أنواع شجيرات الورديات، وهي نباتات معروفة في المناطق الجبلية، في النطاق الأوسط لحوض تصريف بيشة، وغالباً ما توجد في تربة رملية رطبة قرب الجروف، كما تظهر في شقوق وصدوع الصخور ومنحدرات المجاري المائية وبعض مصاطب الحقول المسورة. ومن أشهر أنواعها الأخرى الورد البري المسمى الإثْراَر *Rosa abyssinica*

#### \* نباتات عائلة / فصيلة الحنائية (*Lythraceae Family*).

توجد على هيئة شجيرات قصيرة على جوانب التلال الصخرية أو على هيئة عشب منبطح منتشر حول المجاري في التربة الرملية الرطبة، ومنها الحنة البرية *Lythrum hyssopifolia*، وهذا النوع من الفصيلة/العائلة العطرية معروف في النطاق الأوسط من حوض تصريف وادي بيشة.

#### \* نباتات عائلة / فصيلة الحميرية (*Onagraceae Family*).

تظهر على هيئة عشب ورقي منتصب قد يصل طوله إلى متر، ولها أزهار قرمزية ويمثلها نبات الإيلوييم الأُهلَب *Epilobium hirsutum* وله انتشار محدود في المنطقة الجبلية المرتفعة بالقرب من النماص ويتواجد بالقرب من المياه شبه الدائمة في التربة الرطبة.

#### \* نباتات عائلة / فصيلة السدرية (النبقية) (*Rhamnaceae Family*).

هي نباتات واسعة الانتشار عالمياً وفي المملكة، وتنتشر أيضاً في جميع المنطقة الجبلية بعسير، وتظهر على هيئة شجيرات مورقة تاجية الشكل لها ثمار تؤكل مثل النبق *Rhamnus oleoides* والسدر *Ziziphus spina-christi* الذي يمتص أزهاره النحل فيعطي عسل السدر المشهور، وهي نبات شوكة يعيش بين الأعشاب الحولية المعمرة على شكل تجمعات نباتية في بطون الأودية الحاملة للمياه.

#### \* نباتات عائلة / فصيلة الحمطية (التوتية) (*Moraceae Family*).

هي أشجار ضخمة ظليلة لها ثمار مثل الحماط (التوت البري) *Ficus palmata*، وتوجد في النطاق الأوسط لحوض تصريف بيشة بين منحدرات الصخور ووسط الأحجار الرملية وقرب مجاري الأودية الفرعية.

### \* نباتات عائلة / فصيلة المركبة (Compositae Family).

هي النباتات البذرية المعروفة عالمياً، ولها انتشار كبير في المملكة وفي المنطقة الجبلية بعسير وتمثلها نباتات معروفة مثل دوار الشمس *Helianthus annuus* والبابونج *Matricaria aurea* والاقحوان *Anthemis yemensis* والقيصوم الجبلي *Achillea biebersteinii* والعرفج *Rhanterium sp.* والشيح *Artemisia sieberi* والبعيثران *Artemisia abyssinica* والرجلة *Senecio* وغير ذلك، وتوجد إما على هيئة شجيرات أو أعشاب في أواسط بيئية متنوعة سواء في الحقول المحروثة أو التربة الرملية الرطبة قرب المجاري المائية، وربما في الأودية المنحدرة أو مناطق الرعى أو الجروف على قمم الصخور الكلسية، وتوجد غالباً في وسط وجنوب غرب المنطقة الجبلية بعسير.

### \* نباتات عائلة / فصيلة الجريسيات (Campanulaceae Family).

هي نباتات تتواجد في المناطق الجبلية المرتفعة، في النطاق الأوسط لحوض وادي بيشة، وتوجد على هيئة عشب معمر صالح للأكل في وسط أشجار العرعر في تربة رملية صلبة وسط الصخور. ويمثله نبات شياح أو خبز العقب *Campanula sp.*

### \* نباتات عائلة / فصيلة الزيتون البري (Oleaceae Family) (العتم).

تشتمل على الزيتون البري (العتم) *Olea europaea* والياسمين البري *Jasminum grandiflorum*، وهي شجيرات متفرعة تزحف بين جوانب التلال الصخرية وتنتشر في المناطق الدافئة والمعتدلة شمال المنطقة الجبلية بعسير.

### \* نباتات عائلة / فصيلة الخيمية (Umbelliferae Family).

هي عائلة معروفة في المنطقة المدارية من العالم (حوض البحر الأحمر)، إلا أن هناك ظروفًا مناخية ساعدت على تواجدها في المناطق شبه الرطبة في المنطقة الجبلية بعسير خاصة في الجزء الأوسط من حوض تصريف وادي بيشة، حيث توجد على هيئة أعشاب وشجيرات مزهرة تستخرج منها التوابل العطرية ومنها الكزبرة *Coriandrum sativum* ونبات الشوكران السام *Conium maculatum*، وتتواجد قرب المياه الجارية والحقول المحروثة في تربة رملية وقد توجد حول المنحدرات الصخرية.

### \* نباتات عائلة / فصيلة الطرفوية (الأثلية) (Tamaricaceae Family).

هي عائلة نباتية ملحية *Halophytes* تتكيف مع ملوحة التربة في المناطق الجافة. تتميز بوجود أوراق مغطاة بمادة ملحية تتحمل درجة الحرارة المرتفعة، وتتواجد في المناطق الجنوبية والشرقية من المنطقة الجبلية بعسير في الوديان الرملية كشجرة

مورقة ويصل ارتفاعها إلى عدة أمتار. ويمثلها نوع الأثل البري ذو الأوراق  
الحرشفية *Tamarix spp.*

## ثانياً - المناطق النباتية المناخية.

### المعايير المحددة للمناطق النباتية المناخية.

تبين من خلال فصول هذه الدراسة أن الأمطار، كعامل مناخي، ليست هي العامل الطبيعي الوحيد المتحكم في توزيع أنواع الغطاء النباتي الطبيعي في أراضي منطقة عسير الجبلية، بل هناك عوامل أخرى مؤثرة مثل الخصائص الطبوغرافية والمناخية والهيدرولوجية والبيدولوجية، أدت إلى إمكانية تحديد مناطق نباتية مناخية متميزة ومن أجل الوصول إلى تحديد تلك المناطق النباتية المناخية اقتضى الأمر ضرورة إعطاء تسميات (Nomenclature) لهذه المناطق، تم استخلاصها من جملة العلاقات الموجودة بين الغطاء النباتي الطبيعي وبين الخصائص الطبوغرافية والمناخية والهيدرولوجية والبيدولوجية المؤثرة، التي تم تمثيلها على خريطة واحدة مشتقة من تراكب (Overlap) (٤) خرائط أساسية هي :

- ١- خريطة طبوغرافية المنطقة. شكل (١٨).
- ٢- خريطة معدل الأمطار السنوية الفعلية. شكل (٦٢).
- ٣- خريطة أحواض التصريف. شكل (٧٢).
- ٤- خريطة وحدات التربة الأساسية. شكل (٧٦).

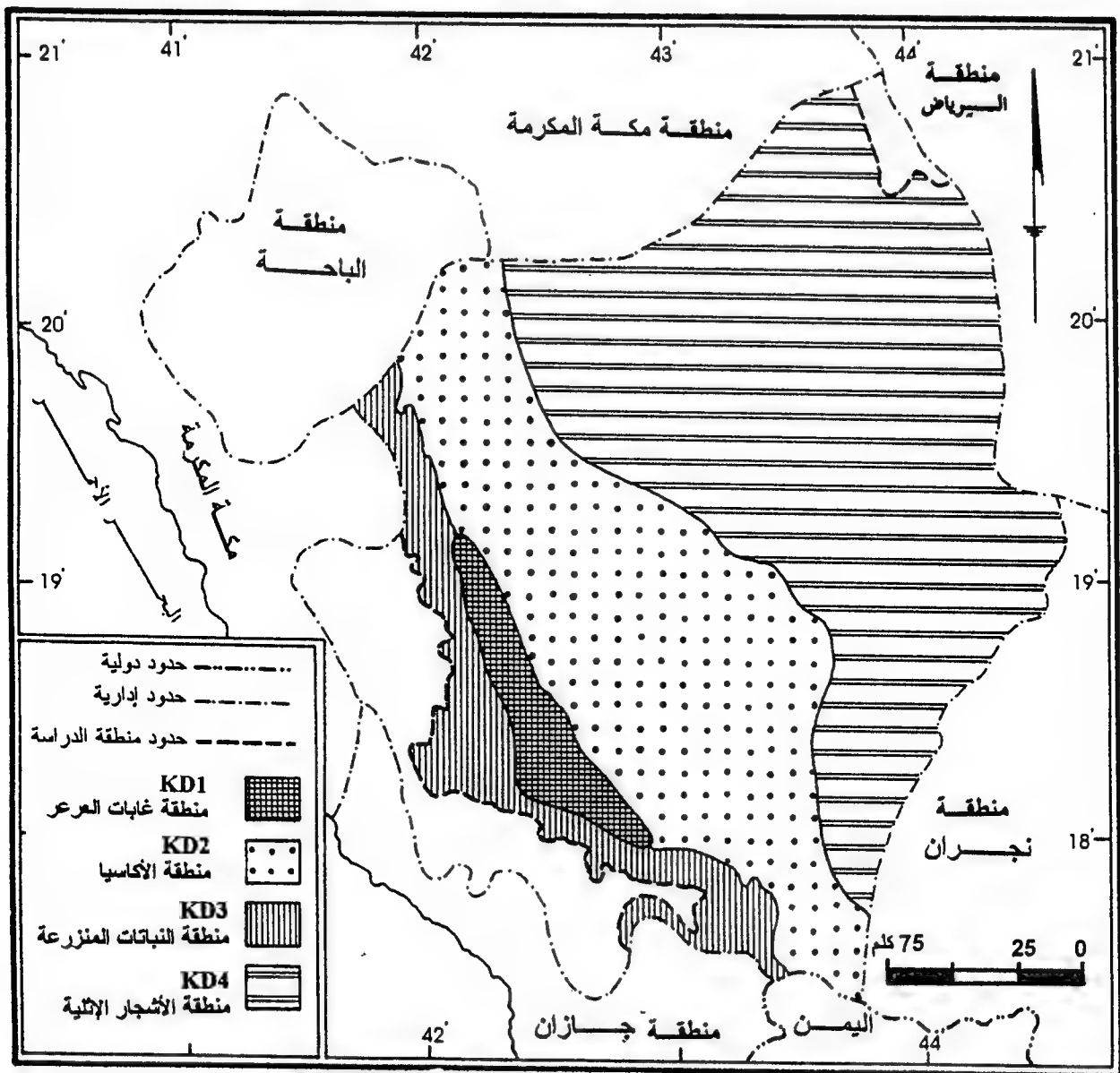
كما تم الاستفادة من خريطة كثافة الغطاء النباتي الطبيعي شكل (٢٠) التي سبق إعدادها ١٩٨٢م من قبل مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

وتمثل كل منطقة نباتية مناخية تمت تسميتها محصلة لمجموعة العلاقات المتبادلة بين التوزيع المكاني الحالي للغطاء النباتي الطبيعي والعوامل الطبيعية المدروسة، آخذين في الحسبان أن توزيع الغطاء النباتي في المناطق النباتية المناخية المعتمدة تم وفقاً لتجمعات النباتات السائدة حسب الأنواع. وقد أمكن تحديد (٤) مناطق نباتية مناخية Climato-vegetation areas لكل منها خصائص ومواصفات مميزة في المنطقة الجبلية بعسير شكل (٨٨) وهي :

### المنطقة الأولى (KD1)

منطقة السروات الجبلية المطيرية لحوض تصريف وادي بيشة الأوسط وهي منطقة غابات تتميز بالتجمعات النباتية الرئيسة لنباتات العرعر والهالوك *Juniperus procera* Orbanche Community - بالإضافة إلى تجمعات فرعية لنباتات ذيل الحصان المتشعب *Equisetum ramosissimum* والسراخس *Filicales*

شكل (٨٨)  
مسميات المناطق النباتية المناخية بالأراضي الجبلية في عسير.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على خرائط الأساس للأشكال، (١٨)، (٢٠)، (٦٢)، (٧٢)، (٧٦)

والأشنان *Usnea articulate* وموز الريحة *Eulophia petersii* والاسبليينوم الشعري *Asplenium trichomanes* والحناء البريئة *Lythrum hyssopifolia* ويغلب عليها وجود نبات العرعر ويمكن أن يطلق عليها "منطقة غابات العرعر".

#### المنطقة الثانية (KD2)

منطقة مرتفعات عسير شبه الرطبة المحصورة بين شرق المجرى الرئيس لوادي بيشة وغرب المجرى الرئيس لوادي تثليث وتتميز بالتجمعات النباتية الرئيسة *Acacia spp.* بالإضافة إلى تجمعات فرعية من العرعر *Juniperus* والعلندي *Ephedra* والزيتون البري *Olea europaea* والنخيل البري *Phoenix caespitosa* ويمكن أن يطلق عليها "منطقة الأكاسيات".

#### المنطقة الثالثة (KD3)

منطقة الجرف الجبلي شبه الرطبة الممتدة من المجرى الرئيس لوادي بيشة غرباً حتى حدود منطقة الدراسة، وتضم أيضاً بعض أجزاء أحواض تصريف البحر الأحمر وتضم تجمعات نباتية رئيسة لنباتات برية ومحاصيل منزرعة من الفصيلة النجيلية مثل الشوفان *Avena sativa* والدخن *Sorghum* بنوعيه البري والمنزوع والتميد *Arena sterilis - Thameda triandra* *Community*. كما تضم تجمعات فرعية للتوت البري *Ficus plamata* وبعض النباتات العطرية مثل نبات السرف *Crinum* والجليديوس *Gladialus delenii* ويمكن أن يطلق عليها "منطقة النباتات المنزرعة".

#### المنطقة الرابعة (KD4)

منطقة هضبة عسير شبه الجافة التي تضم حوض تصريف وادي تثليث الشرقي حتى امتداد حدود المنطقة شمالاً وتضم تجمعات نباتية رئيسة لنبات الإثل *Tamarix spp.* *Community* ونبات الضميران *Justica flava* والضريم *Teclea nobilis* كما تضم بعض التجمعات الفرعية لنبات البابونج *matricaria aurea* والاقحوان *Anthemis yamensis* والشيح *Artemisia sieberi* وغير ذلك من الشجيرات والأعشاب، بالإضافة إلى تجمع فرعي آخر للنخيل البري *Phoenix caespitosa* وبعض الأعشاب النجيلية *Graminaea* ويمكن أن يطلق عليها "المنطقة الأتلية".

الخصائص المناخية والهيدرولوجية للمناطق النباتية المناخية.

يوضح جدول (٥٨) العناصر المناخية والهيدرولوجية المؤثرة على المناطق النباتية المناخية الأربع في المنطقة الجبلية بعسير على النحو التالي:



## جدول (٥٨)

العناصر المناخية والهيدرولوجية المؤثرة في المناطق النباتية المناخية  
في المنطقة الجبلية بعسير.

المناطق النباتية المناخية				العنصر المناخي/ الهيدرولوجي
المنطقة (KD4)	المنطقة (KD3)	المنطقة (KD2)	المنطقة (KD1)	
١٥٠ - ١٣٤	٢٦٤ - ٢٥٦	٤٦٣ - ١٠٥	٥٣٥ - ٢٧٨	التغيرات السنوية لمتغيرات الأمطار الفعلية (مم).
١٤٢	٢٦٠	٢٦٤	٤١٠	المعدل العام للأمطار الفعلية سنوياً (مم).
٢٩ - ٢٧	٧٣ - ٥٦	٨٧ - ١٤	١٥٠ - ٥٣	التغيرات الفصلية لمعدلات الأمطار الفعلية (فصل الشتاء)
٧١ - ٦١	١٤٢ - ١٣٤	١٧٠ - ٤٨	٢٦٥ - ١١٨	" " " (فصل الربيع)
٣٩ - ٨	٣٨ - ٣٠	١١٩ - ١٣	١٣٨ - ٤٦	" " " (فصل الصيف)
٣٧ - ١٨	٢٩ - ١٩	٨٨ - ١٠	٩٨ - ٣١	" " " (فصل الخريف)
٤٢	٦٥	٥٢	٩١	المعدل الفصلي العام للأمطار الفعلية (فصل الشتاء)
٦٦	١٣٨	١٠٢	١٨٤	" " " (فصل الربيع)
٢٤	٣٤	٥٣	٧٩	" " " (فصل الصيف)
٢٤	٢٤	٤٠	٥٧	" " " (فصل الخريف)
٣٩٩	٢٢٦	٢٠٥	١٤٧	المعدل العام للتبخر السنوي خلال موسم الأمطار (مم).
٦٩٦	٣٤٤	٣٣٤	٢٢٤	المعدل العام للتبخر السنوي خلال فترات الجفاف (مم).
٤٧	٦١	٥٧	63	المعدل العام للرطوبة النسبية (%) السنوية خلال موسم الأمطار.
٣١	٤٧	٤١	٤٧	المعدل العام للرطوبة النسبية (%) السنوية خلال فترات الجفاف.
٠,١	٠,٣	٠,٣	٠,٦	المتوسط العام لكثافة أحواض التصريف (كم/كم <sup>٢</sup> ).
٠,٠١	٠,٠٥	٠,٠٢	٠,٠٣	المتوسط العام لمعامل الجريان السطحي.
١,٠	٢,٥	٢,٠	٤,٠	المتوسط العام لفترة حوث التشبع في الدورة المائية السنوية (شهر).

الجدول إعداد الباحث اعتماداً على الاستنتاجات الواردة في الفصلين الثالث والخامس.

١ - تُعد المنطقة الأولى (KD1) أكثر المناطق تأثراً بالمطر حيث تتراوح تغيرات معدلات هطول الأمطار الفعلية السنوية بها ما بين (٢٧٨) مم سنوياً إلى (٥٣٥) مم سنوياً وبمعدل نحو (٤١٠) مم سنوياً، كما تتراوح التغيرات الفصلية لمعدلات الأمطار الفعلية في فصل الشتاء بين (٥٣ - ١٠٥) مم بمعدل عام (٩١) مم وفصل الربيع بين (١١٨ - ٢٦٥) مم بمعدل عام (١٨٤) مم، أما تغيرات معدل فصل الصيف فتتراوح بين (٤٦ - ١٣٨) مم بمعدل عام (٧٩) مم، كما تتراوح تغيرات معدلات فصل الخريف بين (٣١ - ٩٨) مم بمعدل عام (٥٧) مم، ويقع في هذه المنطقة جميع محطات الفئة الأولى بالإضافة إلى مجموعة من محطات الفئة الثانية بالنسبة للتوزيع السنوي لمعدلات الأمطار الفعلية، أما التوزيع الفصلي فنجد منطقة (KD1) تسجل أعلى المعدلات في فصل الربيع يليه فصل الشتاء، وتتميز بأمطار صيفية ذات معدلات مرتفعة ثم معدلات الخريف، تظهر في هذه المنطقة جميع محطات الفئة الأولى و(٩) محطات من الفئة الثانية و(٢) محطة من الفئة الثالثة. ويصل المتوسط العام لمعدل التبخر والرطوبة النسبية السنوية خلال الفترات المطرية (١٤٧) مم، (٦٣%) على التوالي. ولا يتجاوز المعدل العام للتبخر والرطوبة النسبية السنوية خلال فترات الجفاف أكثر من (٢٤٤) مم، (٤٧%) على التوالي. ولقد انعكس ذلك على العناصر الهيدرولوجية المؤثرة لهذه المنطقة، حيث قدرت فترة حدوث التشبع في المتوسط خلال الدورة المائية السنوية بنحو (٤) أشهر ويقدر المتوسط العام لكثافة أحواض التصريف (٠,٦ كم/كم<sup>٢</sup>) ومعامل الجريان السطحي بنحو (٠,٠٣) على امتداد المنطقة.

٢ - ينظر إلى المنطقة (KD2) باعتبارها نموذجاً لمنطقة شبه رطبة يصل معدل الأمطار الفعلية السنوية إلى (٢٤٦) مم وقد يزيد في بعض أجزائها عن (٤٠٠) مم، وتتراوح تغيرات المعدلات السنوية الفعلية بين (١٠٥ - ٤٦٣) مم، كما تتراوح فيها التغيرات الفصلية لمعدلات الأمطار الفعلية في فصل الشتاء بين (١٤ - ٨٧) مم بمعدل عام (٥٢) مم، أما فصل الربيع فتتراوح معدلاته بين (٤٨ - ١٧٠) مم بمعدل عام (١٠٢) مم، وفصل الصيف بين (١٣ - ١١٩) مم بمعدل عام (٥٣) مم، وفصل الخريف بين (١٠ - ٨٨) مم بمعدل عام (٤٠) مم، وحيث تتميز هذه المنطقة بتنوع واضح لأنها منطقة انتقالية بين (KD1) و(KD3) لفئات التوزيع السنوي لمعدلات الأمطار الفعلية، حيث تشمل بالكامل محطات الفئة الثالثة والرابعة وبعض محطات الفئة الثانية والخامسة، أما بالنسبة لفئات التوزيع الفصلي فنجد أن هذه المنطقة تأخذ نفس الترتيب الموالي لمعدلات الأمطار الفصلية في المنطقة (KD1) حيث تمثل معدلات فصل الربيع الدرجة الأولى تليها معدلات فصل الصيف ثم فصل الشتاء وأخيراً الخريف، ويظهر في هذه

المنطقة محطة واحدة من الفئة الثانية و(١٠) محطات من الفئة الثالثة و(٥) محطات من الفئة الرابعة. ويقابل ذلك معدل التبخر السنوي خلال موسم الأمطار الذي يتجاوز (٢٠٥) مم ويصل إلى (٣٣٤) مم خلال فترات الجفاف، بينما تظل معدلات الرطوبة النسبية السنوية خلال موسم الأمطار والجفاف بين (٥٧%) إلى (٤١%) ولقد قدرت فترة حدوث التشبع بنحو شهرين في المتوسط خلال الدورة المائية السنوية .. وكانت الكثافة لأحواض التصريف الواقعة في نطاق هذه المنطقة في حدود (٠,٣) كم/كم<sup>٢</sup> لتعطي معاملاً متوسطاً للجريان السطحي لا يتجاوز (٠,٠٢).

٣ - تتراوح تغيرات معدلات الأمطار الفعلية في منطقة الجرف الجبلي (KD3) بين (٢٥٦- ٢٦٤) مم سنوياً وبمعدل عام يقدر بنحو (٢٦٠) مم سنوياً، وتتراوح التغيرات الفصلية لمعدلات الأمطار الفعلية في فصل الشتاء بين (٥٦ - ٧٣) مم وبمعدل عام (٦٥) مم، كما تتراوح معدلات فصل الربيع بين (١٣٤ - ١٤٢) مم وبمعدل عام (١٣٨) مم، ثم تقل بقية معدلات الأمطار الفعلية في فصلي الصيف والخريف فتصل بين (٣٠ - ٣٨) مم و (١٩ - ٢٩) مم على التوالي. وتصل معدلاتها (٣٤) مم و(٢٤) مم أيضاً على التوالي. هذه المنطقة تمثل تميزاً مكانياً حيث تسود فيها محطات الفئة الثالثة لمعدلات الأمطار الفعلية السنوية، كما نلاحظ عليها أن أغلب أمطارها ربيعية وأقرب ما تكون إلى معدلات أمطار فصل الربيع في المنطقة (KD1) وتتميز بارتفاع معدلات فصل الشتاء ثم تقل بقية المعدلات في فصلي الصيف والخريف، ويظهر في هذه المنطقة محطتان فقط من محطات الفئة الثانية بالنسبة لفئات التوزيع الفصلي، وتمتاز هذه المنطقة بمعدل للتبخر يتراوح بين (٢٢٦) مم، (٣٤٤) مم سنوياً خلال فترات موسم الأمطار وفترات الجفاف على التوالي، يقابله نسبة رطوبة تتراوح بين (٦١%) إلى (٤٧%) سنوياً، مما يتوقع معه أن تصل فترة حدوث التشبع السنوي إلى نحو (٢,٥) شهر في المتوسط .. ونظراً لجيومورفولوجية هذه المنطقة فإن معامل الجريان السطحي قد يصل إلى (٠,٠٥) بالرغم من أن كثافة الأحواض الواقعة بها لا تتجاوز (٠,٣) كم/كم<sup>٢</sup>.

٤ - تمثل المنطقة (KD4) أكبر المناطق مساحة وهي منطقة شبه جافة، حيث تقل فيها معدلات الأمطار الفعلية غالباً عن (٢٠٠) مم سنوياً وتتراوح معدلاتها السنوية بين (١٣٤-١٥٠) مم والمعدل العام في حدود (١٤٢) مم، وتتراوح التغيرات الفصلية لمعدلات الأمطار الفعلية لفصل الشتاء بين (٢٧-٢٩) مم وبمعدل عام يصل إلى (٤٢) مم، كما تتراوح معدلات فصل الربيع بين (٦١ - ٧١) مم وبمعدل عام يصل إلى (٦٦) مم، ثم تسجل معدلات الأمطار لفصل الصيف والخريف أدنى المعدلات حيث تتراوح معدلات الأمطار في فصل الصيف والخريف بين (٨ - ٣٩) مم و(١٨-٣٧) مم

على التوالي وبمعدل عام يصل إلى (٢٤) مم لكلا الفصلين، ويقع في هذه المنطقة محطات الفئة الخامسة بالنسبة لفئات التوزيع السنوي.

وتأخذ معدلات الأمطار الفصلية بالتناقص في جميع الفصول مقارنة ببقية المناطق الأخرى ولكن يظل فصل الربيع يسجل أعلى الكميات نسبياً كما في بقية المناطق بالنسبة لمعدل الأمطار وكذلك المعدل العام، ويظهر في هذه المنطقة (٣) محطات من الفئة الرابعة بالنسبة لفئات التوزيع الفصلي. وتتعرض هذه المنطقة لزيادة في معدل التبخر سواء في الفترات المطيرية أو الجافة وبمعدل يتراوح بين (٣٩٩) مم إلى (٦٩٦) مم سنوياً، ويقابله نقص في معدل الرطوبة النسبية السنوية خلال هذه الفترات من (٤٧%) إلى (٣١%) والصورة الهيدرولوجية لهذه المنطقة تظهر أن المتوسط العام لفترة حدوث التسبّع في الدورة المائية السنوية لا يتجاوز شهراً واحداً يقابله انخفاض في كثافة أحواض التصريف (٠,١ كم/كم<sup>٢</sup>) وانخفاض أيضاً في معامل الجريان السطحي (٠,٠١).

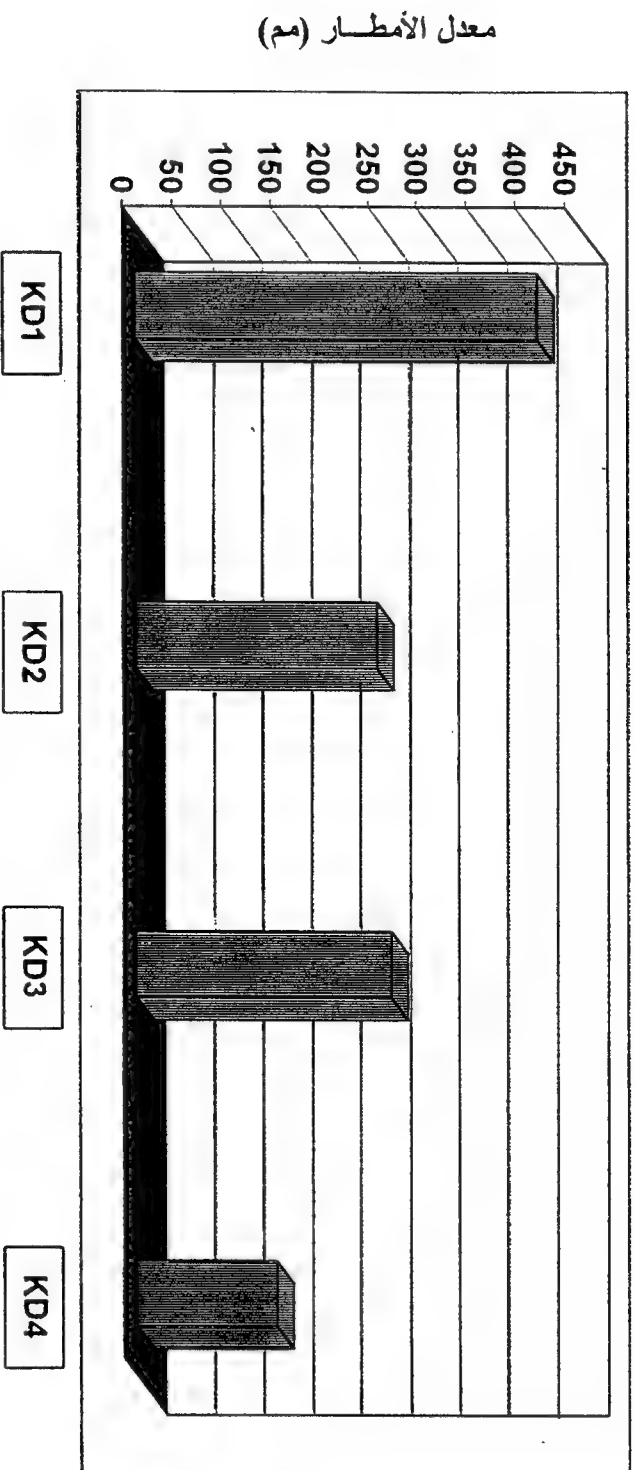
وتوضح أشكال (٨٩ - ٩٠ - ٩١) المعدل العام للأمطار الفعلية، والمعدل العام للتبخر خلال موسمي الأمطار والجفاف، والمعدل العام للرطوبة النسبية خلال موسمي الأمطار والجفاف، في المناطق النباتية المناخية الأربع على التوالي.

#### التيابنات المكانية في المناطق النباتية المناخية.

يوضح جدول (٥٩) التيابنات المكانية للمناطق النباتية المناخية التي تم تحديدها من واقع الدراسة في المنطقة الجبلية بعسير على النحو التالي :

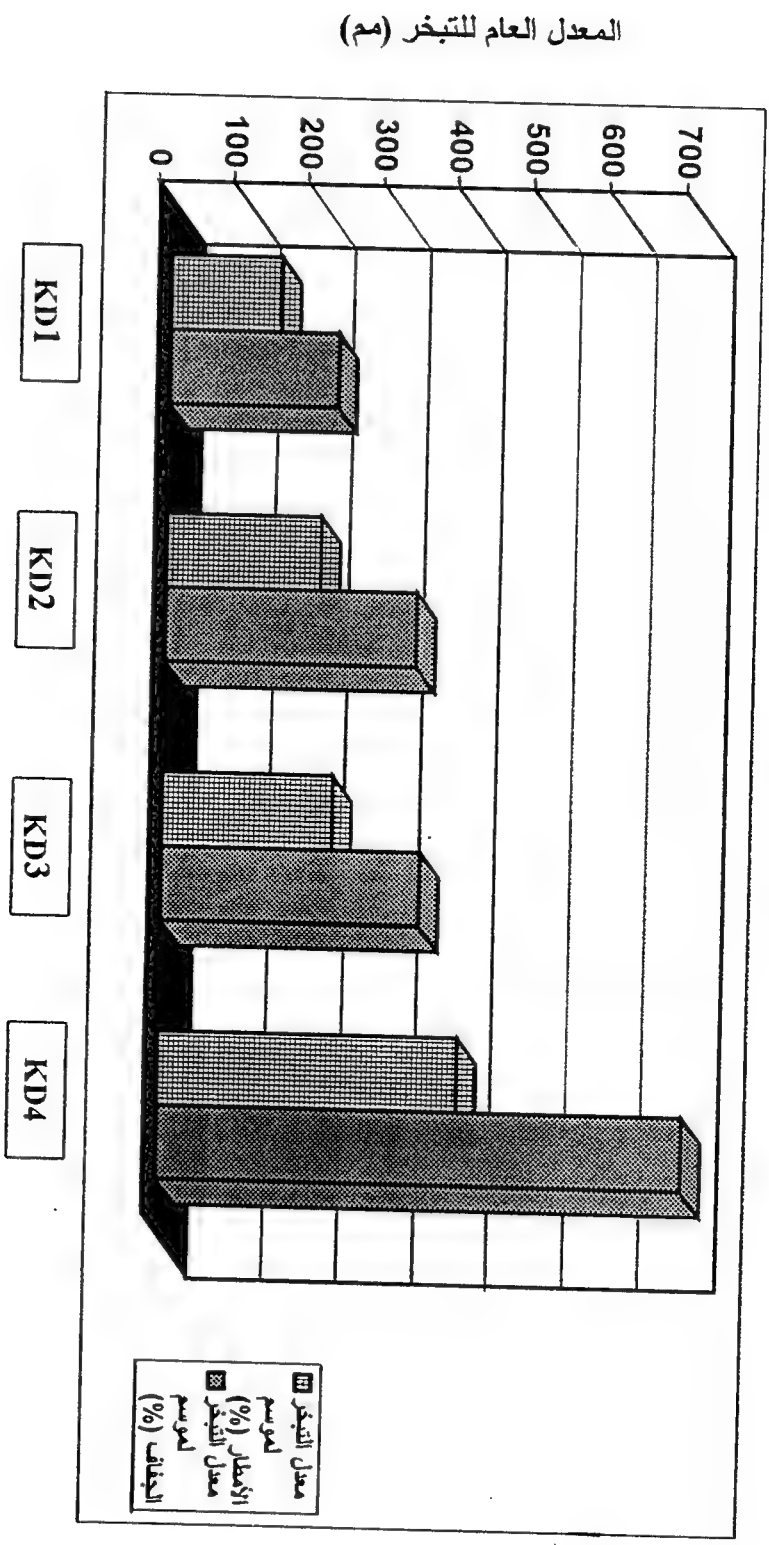
- تشغل المنطقة (KD4) أكبر مساحة وتصل إلى نحو (٣٧,٠) ألف كم<sup>٢</sup> أي ما يعادل (٥٢,٨%) من إجمالي المساحة الكلية لمنطقة عسير الجبلية، يليها المنطقة (KD2) ولمساحة (٢٣,٦) ألف كم<sup>٢</sup> ونسبة (٣٣,٧%) من إجمالي المساحة الكلية، ثم المنطقة (KD3) ولمساحة (٦,٨) ألف كم<sup>٢</sup> ونسبة (٩,٧%) من إجمالي المساحة الكلية، وتعد المنطقة (KD1) أقل المناطق مساحة وتشغل (٢,٦) ألف كم<sup>٢</sup> ونسبة (٣,٨%) فقط من إجمالي مساحة المنطقة الكلية. ويوضح شكل (٩٢) التوزيع النسبي لمساحات المناطق النباتية المناخية الأربع في المنطقة الجبلية بعسير.

شكل (٨٩) معدل الأمطار الفعلية في المناطق المناخية النباتية بمنطقة عسير الجبلية. المعدل العام السنوي للأمتار الفعلية في المناطق المناخية النباتية بمنطقة عسير الجبلية.



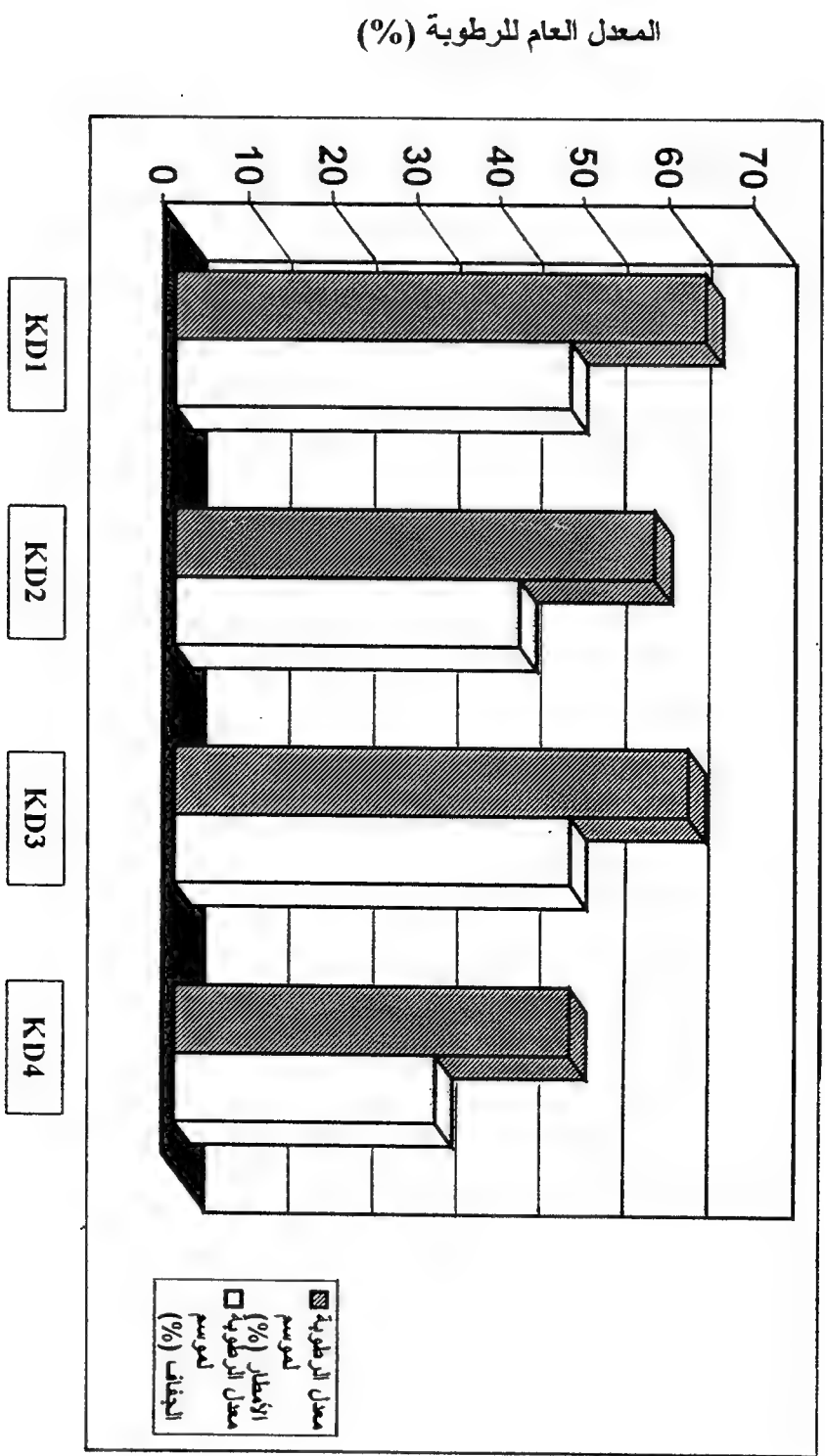
المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الواردة في الفصلين الثالث و الرابع

شكل (٩٠) المعدل العام للتبخر خلال موسمي الأمطار والجفاف في المناطق النباتية المناخية بمنطقة عسير الجبلية.



المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الواردة في الفصلين الثالث و الرابع.

شكل (٩١)  
 المعدل العام للرطوبة النسبية (%) خلال موسمي الأمطار والجفاف في المناطق  
 النباتية المناخية بمنطقة عسير الجبلية.



المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الواردة في الفصلين الثالث و الرابع

## جدول (٥٩)

التباينات المكانية في المناطق النباتية المناخية  
في المنطقة الجبلية بعسير.

المنطقة النباتية المناخية				الظروف المكانية
المنطقة (KD4)	المنطقة (KD3)	المنطقة (KD2)	المنطقة (KD1)	
٣٧,٠	٦,٨	٢٣,٦	٢,٦	المساحة (ألف كم <sup>٢</sup> )
٥٢,٨	٩,٧	٣٣,٧	٣,٨	نسبة مساحة المنطقة إلى المساحة الكلية للمنطقة الجبلية بعسير (%).
-	-	-	أكبر من ٢٤٠٠	الارتفاع حسب الفئات بالأمتار
-	-	٢٤٠٠ - ٢٠٠٠	٢٤٠٠ - ٢٠٠٠	ف(١) أكبر من ٢٤٠٠
-	-	٢٠٠٠ - ١٢٠٠	-	ف(٢) من ٢٤٠٠ - ٢٠٠٠
-	٢٠٠٠ - ١٢٠٠	٢٠٠٠ - ١٢٠٠	-	ف(٣) من ١٢٠٠ - ٢٠٠٠
أقل ١٢٠٠ - ٨٠٠	أقل ١٢٠٠ - ٨٠٠	-	-	ف(٤) أقل ١٢٠٠ - ٨٠٠
٣٥٠ - ١٤٥	١٠٥ - ٤٠	٢٠٠ - ٨٠	١١٠ - ٦٥	البعد عن البحر (كم)
٤ - ٢	١٤٠ - ٤٠	٥ - ٢	٢٦ - ٦	انحدار السطح (قيمة متوسطة) (متر/كم).
ش ق	ج غ	ش	ش ق	اتجاه انحدار السطح

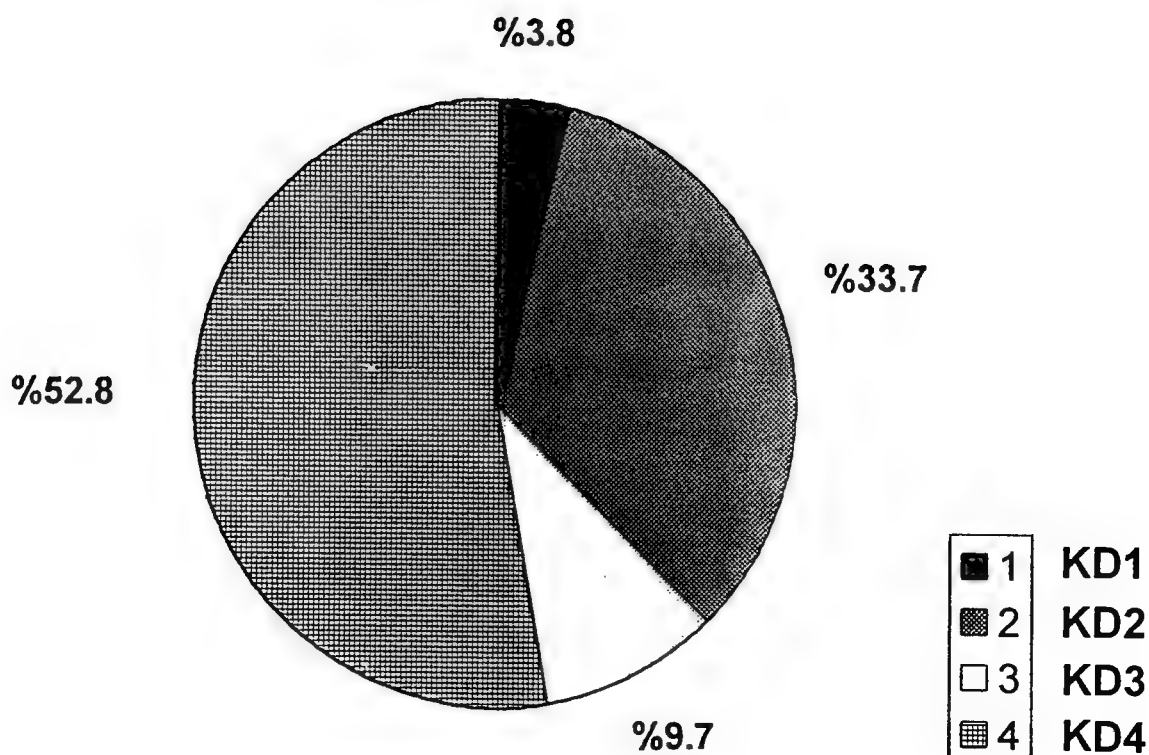
الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على خارطة الأساس لمنطقة الدراسة، والبيانات الواردة في الفصل الأول.

- سجل أقصى ارتفاع عن سطح البحر في نقطة قريبة من السودة في المنطقة (KD1) وعلى ارتفاع (٣٢٣٣) م فوق سطح البحر، بينما يليها المنطقة (KD3) و (KD2) على ارتفاع (٢٦٠٠) م (٢٤٠٠) م فوق سطح البحر على التوالي. بينما سجل أقصى ارتفاع في منطقة (KD4) (١٤٠٠) م فوق سطح البحر عند نقطة قريبة من شرق الحرجة في أقصى الجنوب من المنطقة.
- سجل أدنى ارتفاع عن سطح البحر في المنطقة (KD1) (٢٠٨٠) م فوق سطح البحر في نقطة شمال النماص، وتليها منطقة (KD2) (١٠٢٠) م عن سطح البحر في تبالة، بينما سجل أدنى ارتفاع للمنطقتين (KD3)، (KD4) (٨٠٠) م فوق سطح البحر وهو يمثل الحدود المختارة لمنطقة الدراسة في المنطقة الجبلية بعسير من جهتي الغرب والشمال الشرقي على التوالي.
- تعتبر منطقة (KD3) هي أقرب المناطق النباتية المناخية قرباً من البحر، تليها بعداً منطقة (KD1) والمسافة تتراوح من (٤٠) كم إلى (٦٥) كم، وينظر إليهما باعتبارهما مناطق



شكل (٩٢)

التوزيع النسبي لمساحات المناطق النباتية المناخية بمنطقة عسير الجبلية.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على خريطة المناطق النباتية المناخية، الشكل (٨٨)

متأثرة برطوبة البحر. بينما يتراوح الانحدار في المنطقة (KD1) من (٦-٢٦) م/كم في اتجاه الشمال الشرقي ولا يزيد الانحدار في المنطقة (KD2) من (٢-٥) م/كم في اتجاه الشمال. وتعتبر المنطقتان (KD2)، (KD4) هما الأكثر بعداً عن البحر، ولمسافة تتراوح من (٢٠٠) كم إلى (٣٥٠) كم، وينظر إليهما باعتبارهما مناطق غير متأثرة كثيراً برطوبة البحر.

- تُعد المنطقة (KD3) أكثر المناطق انحداراً حيث يصل انحدارها بين (٤٠-١٤٠) م/كم في اتجاه جنوب غرب، بينما تُعد المنطقة (KD4) أقل المناطق انحداراً وحيث لا يتجاوز انحدارها (٤) م/كم في اتجاه الشمال الشرقي.

#### خصائص التربة في المناطق النباتية المناخية.

يوضح جدول (٦٠) وحدات التربة الأساسية في المناطق النباتية المناخية الأربع من واقع الخريطة التي أعدت للمنطقة الجبلية بعسير شكل (٧٦)، ومن أبرز التباينات الواردة عن التربة في هذه المناطق :

- تغطي المنطقة الأولى السروات الجبلية في منطقة عسير (KD1) ثلاث وحدات ممثلة للتربة بالمنطقة هي أساساً من الكلسية الجافة مع بروزات صخرية، والحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية، والوحدة المشتركة للتربة الحصوية الصحراوية والفيضية الصحراوية حديثي التكوين مع بروزات صخرية .. وهذا التماثل يعكس طبيعة المنطقة لكونها منطقة جبلية مرتفعة ذات تربة طميية عميقة إلى ضحلة، ويتخللها مجار ووديان منقطعة وتمتاز مجموعة هذه التربة بنفاذيتها المتوسطة وقدرتها على حفظ المياه، وقد يؤدي تداخل التربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين في بعض أجزائها إلى الحد من قدرتها على حفظ المياه، مع العلم بأن تعرضها للغمر يكون نادراً ولفترات محدودة جداً.

- تغطي المنطقة الثانية منطقة مرتفعات عسير (KD2) نفس الثلاث وحدات الممثلة للتربة في المنطقة الأولى (KD1) مع ملاحظة أن السمة الغالبة هي تداخل وحدة التربة الكلسية الجافة مع بروزات الصخرية مع التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات الصخرية في النطاق الشمالي من المنطقة في وقت يكون فيه تداخل تربة الوحدة المشتركة الحصوية الصحراوية والفيضية الصحراوية حديثي التكوين مع بروزات الصخرية مع تربة الوحدة الكلسية الجافة مع بروزات الصخرية في النطاق الجنوبي من المنطقة .. وعليه فإن نوعية التربة في شمال هذه المنطقة يغلب عليها التربة الجيرية غير الملحية مع انحدار بسيط، ويتخللها وديان ضحلة، ومن خواصها قدرتها العالية على حفظ المياه ونفاذيتها المتوسطة. أما التربة في جنوب المنطقة فهي

## جدول (٦٠)

تباينات أنواع التربة في المناطق النباتية المناخية في المنطقة الجبلية بعسير.

المنطقة النباتية المناخية				وحدات التربة المميزة
المنطقة (KD4)	المنطقة (KD3)	المنطقة (KD2)	المنطقة (KD1)	
*				الكلسية الجافة
*		*	*	الكلسية الجافة مع بروزات صخرية.
*				الوحدة المشتركة للتربة الكلسية الجافة والفيضية الصحراوية حديثة التكوين.
*				الوحدة المشتركة للتربة الكلسية الجافة والحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.
*	*	*	*	الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.
*		*	*	الوحدة المشتركة للتربة الحصوية الصحراوية والفيضية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.
	*			الوحدة المشتركة للتربة الحجرية/الحصوية الصحراوية والجفافية الحصوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.
*				التربة الرملية الصحراوية حديثة التكوين.

(\*) تعني وجود وحدة التربة في المنطقة المناخية النباتية.

طميية إلى حصوية ضحلة ذات نفاذية متوسطة إلى عالية مع انخفاض في سعتها الميسرة وتعرضها للغمر.

- تغطي المنطقة الثالثة منطقة الجرف الجبلي (KD3) أساساً وحدة التربة المشتركة الحجرية/الحصوية الصحراوية حديثة التكوين والجفافية الحصوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية تظهر كشريط متصل ممتد على الحافة العليا للجرف الجبلي، ويحيط بهذه الوحدة التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية حادة. ولقد تكونت هذه الوحدة الحجرية على جبال حادة الانحدار ومدرجات زراعية شبه مستوية يتخللها العديد من المجاري والوديان لأحواض تصريف البحر الأحمر. وتربة هذه الوحدة حجرية غير منفذة للمياه إلا أن تواجد التربة الجفافية الحصوية حديثة التكوين بنسبة (١٥%)

في تكوينها يساعد على إنشاء مدرجات زراعية لجمع المياه السطحية المنحدرة من أعلى وذلك نظراً لقدرتها العالية على حفظ المياه.

- تمثل المنطقة الرابعة منطقة هضبة عسير (KD4) سبع وحدات من التربة هي في مجملها تداخل لأربع وحدات من التربة الأساسية الكلسية الجافة والحصوية والفيضية والرملية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية وبنسبة متباينة، ولا يوجد في هذه المنطقة التربة الحجرية والمميزة للوحدة (KD3) ولكنها تميزت بوجود التربة الرملية الصحراوية حديثة التكوين خاصة في الأجزاء الشمالية الشرقية من المنطقة. ويمكن من الناحية الزراعية القول : إن تربة هذه الوحدة هي تداخل لنوعيات من التربة الجيرية غير الملحية الطميية العميقة، والتربة الحصوية الضحلة والتربة الفيضية والتربة الرملية العميقة مع وجود بروزات صخرية. ولقد انعكس ذلك على خواصها الهيدرولوجية وقدرتها على حفظ المياه بصورة جيدة نظراً لنفاذيتها المتوسطة إلى العالية (١,٥ - ١٥ سم/ساعة) وتنوع سعتها الميسرة (١ - ١٥٠ سم) خاصة وأن عمق مستوى الماء الأرضي أسفلها لا يزيد في كل الأحوال عن ١٥٠ سم.

#### أنواع النباتات السائدة في المناطق النباتية المناخية.

يوضح جدول (٦١) توزيع النباتات السائدة في المناطق النباتية المناخية في المنطقة

الجبليّة بعسير ومن واقع التحليل يتضح التالي :

- أ- تتسم المنطقة الأولى (KD1) بتنوع في مجموعاتها النباتية حيث تتفرد بوجود تجمعات نباتية رئيسة لنباتات العرعر والهالوك *Juniperus procera - Orobanche* *Community* بالإضافة إلى التجمعات النباتية الفرعية التالية :
- نبات ذيل الحصان المتشعب والأشنان والسراخس للنباتات اللازهرية الثالوسية *Asplenium trichomanes - Usnea articulate - filicales Sub community*.
- نبات الجلديوس والسرف وموزة الربحة *Gladialus delenii/ Crinum/ Eulophia* *petersii Sub community* وهي من النباتات العطرية البذرية كاسيات البذور أحادية الفلقة.
- نبات الحناء البرية ونبات الابلوييم الأهلب والنضيبية *Lythrum hyssopifolia/ Epilobium hirsutum/ Dianthus deserti Sub community* وهي من النباتات البذرية كاسيات البذور ثنائية الفلقة.

## جدول (٦١)

النباتات السائدة في المناطق النباتية المناخية في المنطقة الجبلية بعسير.

المناطق النباتية المناخية				الرمز النباتي	العائلة/ الفصيلة	القسم المجموعة
(KD4)	(KD3)	(KD2)	(KD1)			
			*	T <sub>a1</sub>	ذيل الحصان	النباتات
			*	T <sub>b1</sub>	الاسبليوم (السراخس)	اللازهرية الوعائية.
	*	*		S <sub>C1</sub>	اللافورية (علده)	النباتات البذرية
	*	*	*	S <sub>C2</sub>	القمعية (العرعر)	عاريات البذور
	*	*	*	S <sub>d1</sub>	الزنبقية (الحسار)	النباتات البذرية كاسيات البذور (أحادية الفلقة)
			*	S <sub>d2</sub>	السوسنية (السوس)	
	*		*	S <sub>d3</sub>	الزرجيسية (السرف)	
			*	S <sub>d4</sub>	السحلبية (موزة الريح)	
*	*	*		S <sub>d5</sub>	النجيلية (الشوفان)	
*	*	*		S <sub>d6</sub>	النخيلية (نخيل البلح)	
*	*	*		S <sub>d7</sub>	الصنوبر (السرو)	
*	*	*	*	S <sub>e1</sub>	القرعية (اليقطين)	النباتات البذرية كاسيات البذور (ثنائية الفلقة).
*	*	*	*	S <sub>e2</sub>	السرمنية (الزربح)	
	*	*	*	S <sub>e3</sub>	الكاريوفيلاسيا (القرنفذ)	
*	*	*		S <sub>e4</sub>	الغطائية (الطلحية)	
			*	S <sub>e5</sub>	البلسمية (المر)	
*		*		S <sub>e6</sub>	الشذابية (الزريم)	
	*	*		S <sub>e7</sub>	الفربيونية (الخروع).	
*		*		S <sub>e8</sub>	الأكاتنية (المض)	
			*	S <sub>e9</sub>	الهالوك (الجعلقية)	
*	*	*	*	S <sub>e10</sub>	البقولية (الأكاسيا)	
	*		*	S <sub>e11</sub>	الورديات (اللوز البري)	
			*	S <sub>e12</sub>	الحنائية (الحناء)	
			*	S <sub>e13</sub>	الحمرية الأهلب	
*	*	*	*	S <sub>e14</sub>	السدرية (النبق)	
	*		*	S <sub>e15</sub>	الحمطية (التوت)	
*	*	*		S <sub>e16</sub>	المركبة (العرفج والشيح)	
	*		*	S <sub>e17</sub>	الجرسيات (خيز العقب)	
*	*	*		S <sub>e18</sub>	الزيتون البري (العتم)	
	*		*	S <sub>e19</sub>	الخيمية (الشوكران)	
*		*		S <sub>e20</sub>	الطرفوية (الأثل)	

(\*) تعني وجود عائلة النبات في المنطقة المناخية النباتية.

- ب- ينتشر في المنطقة الثانية (KD2) تجمعات نباتية رئيسة لأنواع الأكاسيا *Acacia spp.* *Community* مثل السلم *ehenbergiana* والسمر *Laeta* والعسق *Asak* والقرظ *ethbica* والطلح *Abyssinica* وهي نباتات تنتمي جميعها إلى النباتات البذرية كاسيات البذور ثنائية الفلقة وذات انتشار كبير بالمنطقة.  
بالإضافة إلى التجمعات النباتية الفرعية التالية :
- نبات العرعر والعلندى *Juniperus - Ephedra Sub community* وهي من النباتات البذرية عاريات البذور.
  - نبات النخيل البري والزيتون البري وزربباه الجبل - *Phoenix caespitosa - Olea europaea - Stipagrostis Sub community* وهي من النباتات البذرية كاسيات البذور ثنائية الفلقة.
- ج- يتواجد في المنطقة الثالثة (KD3) تجمعات نباتية رئيسة لنباتات عشبية معترشة، وقد تكون نباتات برية مثل الشوفان البري والتميد أو تكون نباتات منزوعة مثل الشوفان المنزرع والدخن *Avena sterilis - Thamede triandra - Avena sativa - Sorghum Community* وجميعها تنسب إلى النباتات البذرية كاسيات البذور أحادية الفلقة، بالإضافة إلى التجمعات النباتية الفرعية التالية :
- نبات النخيل البري *Phoenix caespitosa* وينتمي للنباتات البذرية كاسيات البذور أحادية الفلقة.
  - نبات التوت البري وبعض النباتات العطرية مثل الجليديوس والسرف *Ficus palmata- Gladiolus delenii- Crinum Sub community* وهي من النباتات البذرية كاسيات البذور ثنائية الفلقة.
  - نبات العرعر والعلندى *Juniperus- Ephedra Sub community* وهي من النباتات البذرية عاريات البذور وأقل التجمعات النباتية الفرعية في هذه المنطقة.
- د- تُعد المنطقة الرابعة (KD4) أقل المناطق النباتية انتشاراً وينتشر فيها تجمعات نباتية رئيسة لأنواع الأثل *Tamarix spp. Community* وهي شجيرات مميزة لهذه المنطقة من النباتات البذرية كاسيات البذور ثنائية الفلقة ذات أوراق حرشفية، ولها قدرة على تحمل الملوحة وتوجد في الأماكن الرطبة. كما تضم هذه المنطقة مجموعتين فرعيتين لنباتات بذرية كاسيات البذور هي :
- نباتات الضريم والضميران والاقحوان والقرع البري والطلح *Teclea nobilis/ Justica flava/ Anthemis yamensis/ Cucumis figarei/ Abyssinica Sub community* وهي من النباتات البذرية ثنائية الفلقة.

- نباتات النخيل البري ونخيل البلح والصماء الغليظ والعندب *Phoenix caespitosa*-  
*phoenix dactylifera*- *Aristida adscensionis*- *cyperus Sub community*  
وهي من النباتات البذرية أحادية الفلقة.

يوضح شكل (٩٣) النباتات السائدة ذات الأكثرية من حيث الانتشار في المناطق النباتية المناخية.

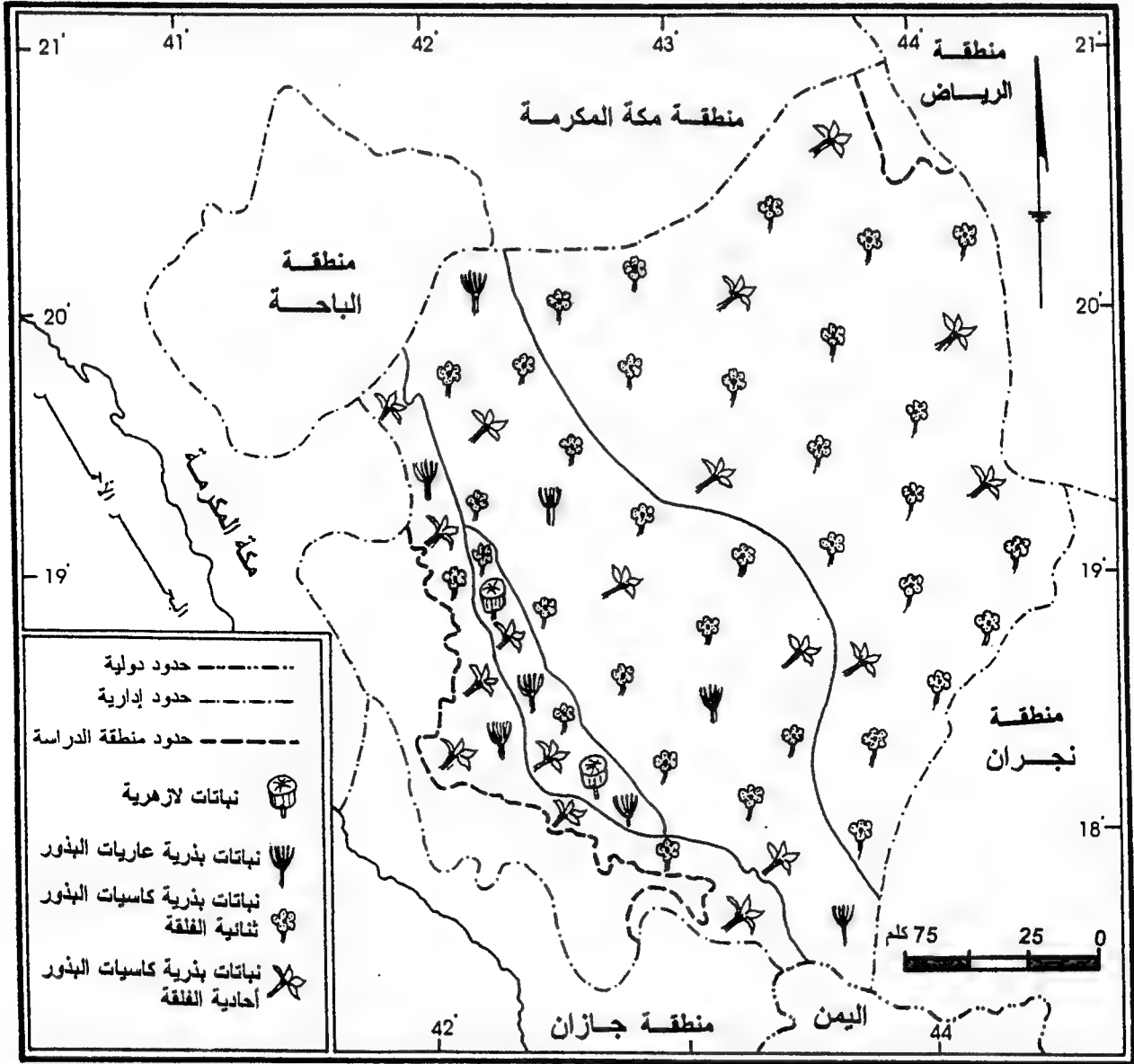
### ثالثاً - الخصائص الطبيعية المميزة في المناطق النباتية المناخية.

من واقع الدراسة التي تمت على السمات الطبيعية والعوامل المؤثرة في الأراضي الجبلية بعسير في الفصل الثاني وما يتعلق بالخصائص المناخية في الفصلين الثالث والرابع والتحليل الوارد عن المياه والتربة في الفصل الخامس تبين أن هناك ارتباطاً واضحاً بين الخصائص الطبيعية والمناخية لأسماء المناطق النباتية المناخية الموضوعية وما يتعلق بانعكاس ذلك على أنواع النباتات السائدة ومدى كثافتها في كل منطقة، مما يمكن من تحديد سمات واضحة تؤكد هذه الارتباطات وتتفاعل معها.

### الخصائص المميزة في المنطقة النباتية المناخية الأولى (KD1).

تنسجم هذه المنطقة بكونها منطقة السروات الجبلية المرتفعة عن سطح البحر لأكثر من (٢٠٠٠) م وهي تستقبل الأمطار، إما من خلال الرطوبة المنقولة من المسطحات المائية الخارجية أو من الرطوبة المتكونة محلياً، وهي أكثر المناطق تأثراً بالأمطار وبمعدل في حدود (٤١٠) مم/سنوياً وأقلها تعرضاً للجفاف على مدار الدورة المائية السنوية ولها متوسط معامل جريان سطحي نحو (٠,٠٣)، كما تتميز بتربة لها قدرة على حفظ المياه. ولقد أتاحت هذه الظروف في هذه البيئة التي تشبه، إلى حد كبير، بيئة حوض البحر الأبيض المتوسط أن تغطي المنطقة بنباتات طبيعية كثيفة مثل العرعر *Juniperus* وهو شجرة معمرة ممثلة للعائلة/الفصيلة القمعية من النباتات البذرية عاريات البذور وهو أقدم الأشجار المعروفة بالمملكة، والتي لا تنمو إلا في المرتفعات العالية والأجواء الباردة، ويتعايش مع النباتات اللازهرية الثالوسية الأسنان *Usnea articulate* التي يمكنها استخلاص الرطوبة من الجو المحيط، وتنمو على أفرع نباتات العرعر وتمده بالعناصر الغذائية، وأيضاً مع النباتات اللازهرية التريدية نبات ذيل الحصان والسراخس *Equisetaceae- Filicales*، ويمكن في هذه البيئة أيضاً أن ينمو العديد من النباتات العطرية التي تنتمي لنباتات بذرية أحادية الفلقة مثل نبات الجليديوس *Gladiolus delenii* وموز الريحه *Eulophia petersii* والسرف *Crinum*، وثنائية الفلقة مثل نبات الحناء البرية *Lythrum hyssopifolia* والمر *Commiphora sp.* والضريم *Teclea nobilis* والورد البري *Rosa abyssinica* ونبات الايلوليم الأهلبي *Epilobium hirsutum* والنضيبية *Dianthus deseriti* بالإضافة إلى بعض النباتات الطفيلية الأخرى مثل نبات الهالوك *Orobanch* البذرية ثنائية الفلقة.

شكل (٩٣)  
أنواع النباتات السائدة في المناطق النباتية المناخية بالأراضي  
الجبلية في عسير.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على أطلس الرسومات النباتية، (١٩٨٩م)، عمادة شئون المكتبات جامعة الملك سعود.



### الخصائص المميزة في المنطقة النباتية المناخية الثانية (KD2).

تضم المنطقة الثانية (KD2) مرتفعات عسير التي تشتمل على العديد من الأودية ومجاري المياه المكونة لحوضي تصريف وادي بيشة الشرقي وحوض تصريف وادي تثليث الغربي، وهما مناطق شبه رطبة ترتفع من (١٢٠٠) م إلى (٢٠٠٠) م فوق سطح البحر ويزيد فيها معدل الأمطار السنوي عن (٢٠٠) مم وقد يصل في بعض أجزائها إلى (٤٠٠) مم ويصل المتوسط العام لفترة حدوث التشبع خلال الدورة المائية السنوية نحو (٢,٥) شهر، ولها معامل جريان سطحي متوسط في حدود (٠,٠٢)، وتتميز تربتها بكونها تربة جيرية إلى حصوية فيضية ذات نفاذية متوسطة وانخفاض في سعتها الميسرة، وهذه الظروف مناسبة تماماً لغطاء نباتي متوسط الكثافة متنوع، يتسم بوجود نباتات بذرية مثل نباتات الأكاسيا *Acacia spp.* مثل السلم *ehenbergiana* والسمر *Laeta* والعسق *Asak* والقرظ *ethbica* والطلح *abyssinica*، وبعض النباتات الأخرى مثل نبات العلندي *Ephedra sp.* والعرعر *Juniperus procera* والعتم *Olea europaea* والنخيل البري *Phoenix caespitosa* وزرباه الجبل *Stipagrostis hirtigluma*.

### الخصائص المميزة في المنطقة النباتية المناخية الثالثة (KD3).

تمثل منطقة الجرف الجبلي (KD3) أقرب المناطق إلى البحر الأحمر ولمسافة تتراوح بين (٤٠-١٠٥) كم بعداً عن البحر، وأكثرها انحداراً في اتجاه الجنوب والغرب وبمعدل انحدار في حدود (٤٠-١٤٠) م/كم، وهي ثاني منطقة ارتفاعاً حيث يتراوح ارتفاعها من (٨٠٠ إلى ٢٠٠٠) م فوق سطح البحر. وعليه فهي منطقة شبه رطبة يتراوح فيها معدل الأمطار بين (٣٠٠-٤٠٠) مم/سنوياً ويصل المتوسط العام لفترة حدوث التشبع خلال الدورة المائية السنوية نحو (٢,٥) شهر، مع معامل جريان سطحي عالٍ قد يصل إلى (٠,٠٥) وتربة هذه المنطقة بصورة عامة حجرية لجبال حادة الانحدار تتداخل مع تربة حصوية صحراوية تسمح بإقامة مدرجات زراعية .. ومن الناحية الهيدرولوجية فهذه المنطقة تعد منطقة منابع للأودية المتجهة غرباً إلى البحر الأحمر. والغطاء النباتي السائد فيها هو محصلة لنباتات ذات كثافة عالية التي قد تتواجد في المنطقة الأولى التي تسود فيها غابات العرعر، وتلك النباتات متوسطة الكثافة التي توجد في المنطقة الثانية التي تتميز بوجود نباتات (الأكاسيات)، مع تميزها بوجود مدرجات تسمح بالزراعات البعلية والتقليدية لأنواع النباتات النجيلية المنزرعة مثل الشوفان *Avena sativa* والدخن *Sorghum* ونباتات برية مثل الشوفان البري *Avena sterilis* والثميد *Thamede triandra* والصماء الغليظ *Aristida adscensionis*.

### الخصائص المميزة في المنطقة النباتية المناخية الرابعة (KD4).

تمثل المنطقة الرابعة هضبة عسير (KD4) أكبر المناطق مساحة (٣٧٠٠٠) كم<sup>٢</sup> وأقلها انحداراً من (٢-٤) م/كم وأكثر المناطق بعداً عن البحر بين (١٤٥-٣٥٠) كم، مع ظروف مناخية لأحواض شبه جافة بمعدل أمطار يقل دائماً عن ٢٠٠ مم/سنوياً وارتفاع ملحوظ في التبخر مع رطوبة نسبية قليلة لا تسمح بتشبع لرطوبة التربة لمدة قد لا تزيد عن شهر واحد خلال الدورة المائية السنوية ولها متوسط لمعامل جريان سطحي نحو (٠,٠١). وفي ظل هذه الظروف المناخية ومع تنوع واضح في التربة من جيرية إلى حصوية إلى فيضية وتداخل من البروزات الصخرية فإن التنوع في الغطاء النباتي وارد، وهو يتركز أساساً في نباتات بذرية ثنائية الفلقة من الأعشاب أو الشجيرات الشوكية التي من أبرزها نبات الأثل ذو الأوراق الحرشفية من العائلية الاثلية (الطرفوية) *Tamarix spp.* وكذلك النباتات البذرية مثل النخيل البري *Phoenix caespitosa* ونخيل البلح *Phoenix dactylifera* والعنبد *Cyperus* والضريم *Teclea nobilis* التي تسمح بوجود بيئة مناسبة للمراعي. وفي كل الحالات فإن هذه المنطقة تشكل في مجملها غطاء نباتياً قليل الكثافة.

وهذه المناطق هي انعكاس للمناطق الأربعة التي تم إيضاحها في الفصل الخامس بناءً على ظروفها الهيدروبيدولوجية والمناخية والطبوغرافية التي سبق الإشارة إليها بمعنى أن المنطقة (KD1) هي نموذج ممثل لمنطقة التشبع الكامل لرطوبة التربة و(KD2) هي نموذج ممثل لمنطقة تشبع جزئي عال لرطوبة التربة و(KD3) هي نموذج ممثل لمنطقة تشبع جزئي متوسط لرطوبة التربة ومنطقة (KD4) هي نموذج ممثل لمنطقة تشبع جزئي محدود تماماً لرطوبة التربة. وبناءً على هذه المناطق الأربعة تواجدت الأنواع النباتية الملائمة لخصائص كل منطقة.

## الخاتمة

قدمت هذه الدراسة بحثاً مناخياً تطبيقياً ارتكز بالأساس على تحليل عنصر الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير التي تقع على تضاريس تفوق ارتفاعاتها (٨٠٠) م فوق مستوى سطح البحر وعلاقتها بالغطاء النباتي الطبيعي، وأظهرت الدراسة النتائج التالية :

### ١- الناحية الجيولوجية

- \* أدى التنوع الجيولوجي لصخور الدرع العربي من حيث البنية والتركيب إلى تنوع التضاريس بين سفحين متميزين في الشرق والغرب.
- \* وجود أحواض تصريف مهمة على مساحة واسعة من المنطقة مع تنوع شبكات التصريف بين السفحين وتنوع تربتهما.
- \* أدى التجانس الصخري إلى تجانس ارتفاع التضاريس وتجانس أشكالها واتجاهاتها بين السفوح وفي بطون الأودية.

### ٢- الناحية المناخية

- \* تباين كمية الإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع بين المحطات المناخية المدروسة على مستوى المعدلات الشهرية.
- \* قصور المعدلات الشهرية لساعات السطوع الشمسي في تفسير التغيرات المكانية لكمية الإشعاع الشمسي، كما تعكسه تباينات العلاقة بين عدد ساعات السطوع والإشعاع الشمسي.
- \* تقدير درجات الحرارة الشهرية ومعدلات الرطوبة النسبية في محطات قياس الأمطار اعتماداً على عاملي الارتفاع والبعد عن البحر.
- \* تعديل ثوابت معادلة ثورنثوايت واستخدامها في حساب معدلات التبخر/النتح الشهري في (٢٨) محطة لقياس الأمطار لا تحتوي على قياسات للتبخر/النتح.
- \* تعتبر منطقة الدراسة من أكثر المناطق انتظاماً في كميات الأمطار وأقلها تذبذباً.
- \* يعتبر الارتفاع عاملاً رئيساً في توزيع معدلات الأمطار السنوية الفعلية والمطلقة.
- \* هناك علاقة عكسية واضحة بين معدلات الأمطار ومصدر الرطوبة (المسافة عن البحر).
- \* تتماثل معدلات الأمطار الفعلية والمطلقة السنوية مع توزيع السنوات الجافة والمطيرة خلال الفترة المدروسة.

- \* تتأثر الأمطار السنوية والفصلية والشهرية للمعدلات المطلقة والفعلية من محطة لأخرى بعامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر بالدرجة الأولى، يليه عامل البعد عن البحر وموقع المحطة في السفوح المعرضة للرطوبة.
- \* يسود بالمنطقة أكثر من فترة مطيرة يتصدرها فصل الربيع، وتخضع الأمطار فيه للاضطرابات الجوية الناشئة من العمل المشترك بين منخفض السودان مع منخفض البحر الأبيض المتوسط الشرقي.
- \* يعد فصلا الشتاء والصيف مواسم ثانوية للأمطار بعد فصل الربيع في معظم محطات المنطقة سواء بالنسبة لمعدلات الأمطار المطلقة أو الفعلية بالنظر لإسهامهما في المعدل السنوي بكل محطة.
- \* تخضع المنطقة في فصل الصيف لآليات التفاعل بين منخفضين حراريين رئيسيين هما منخفض الهند الموسمي، ومنخفض السودان، فتعرض للرياح الهوائية الجنوبية الغربية الرطبة التي تؤدي إلى سقوط أمطار مهمة وغزيرة، ويلعب عامل ارتفاع السروات في تحقيق الآلية الإدياباتية لتساعد الرياح الرطبة على السفوح المقابلة، وبالتالي تراكم الغيوم التي تؤدي إلى حدوث تكرار العواصف الرعدية المؤدية لسقوط الأمطار بغزارة على المحطات التي تتمتع بمواقع ذات عروض جنوبية بالنسبة لمنطقة عسير ككل وفي السفوح المواجهة للرطوبة بالإضافة إلى عامل ارتفاع المحطة عن مستوى سطح البحر وقربها من البحر.
- \* يعتبر شهر أبريل الشهر المطير في السنة بمعظم محطات الدراسة وبمعدل مطلق يبلغ (٤٤,٤) مم، ما يعادل (٢٤,٢%) من معدلات الأمطار السنوية على مستوى المنطقة.
- \* يمثل شهر أغسطس شهراً مطيراً في فصل الصيف نظراً لزيادة توغل مسارات الرياح الجنوبية الغربية في المنطقة إذ يبلغ معدل أمطاره المطلقة (١٧,٤) مم ما يعادل (٩,٥%) من معدلات الأمطار السنوية على مستوى المنطقة.
- \* تم تلخيص التباينات المكانية والزمنية للعناصر المناخية في خرائط خطوط تساوي مقياس ٢٥٠٠٠٠:١.

### ٣- بالنسبة للتوازن المائي

- \* تم تحديد هيدرولوجية المنطقة وخواص أحواض التصريف الرئيسة حيث يشغل حوضا التصريف لوادي بيشة ووادي تثليث ثلثي مساحة المنطقة الجبلية بعسير ويتميزان بنظام جريان داخلي شبه متكامل.
- \* يظهر حوض تصريف وادي بيشة بنظام تصريف ذي نمط شجري متعدد الفروع من الدرجة الرابعة على خرائط (٢٥٠٠٠٠:١)، أما حوض تصريف وادي تثليث فيظهر

بنظام تصريف ذي نمط شجري معقد غير واضح بين الدرجة الثالثة والرابعة، حيث يتسم بدورة تعرية نشطة في الأودية غرب المجرى الرئيسي مقارنة بنظيرها في شرقه على خرائط (١:٢٥٠٠٠٠).

- \* أوضحت الدراسة الكمية لهيدرولوجية كلا الحوضين أن هناك تبايناً واضحاً في المساحة والشكل ومعدل الانحدار والكثافة، وأن حوض تصريف وادي بيشة ينظر إليه باعتباره نموذجاً هيدرولوجياً لنظام حوض تصريف ضعيف، أما حوض تصريف وادي تثليث فيعد نظاماً هيدرولوجياً ذا تصريف متدن.
- \* تم تقدير التوازن المائي في المنطقة وتحديد عناصر الإمداد وعناصر الفقد المائي السنوي.
- \* تتباين فترة الإمداد والفقد المائي من منطقة لأخرى على مستوى منطقة الدراسة مما كان له أثر واضح على تنوع الغطاء النباتي.

#### ٤- بالنسبة للتربة

- \* تم تصنيف للتربة يوضح الخواص الطبيعية والمميزات المائية للوحدات الممثلة لها في المنطقة.
- \* تم إنجاز خريطة تفصيلية لوحدات التربة الأساسية في المنطقة بغرض معرفة التنوع المكاني للغلاف النباتي الطبيعي ومدى كثافته، ومن ثم تحديد إطار المناطق النباتية المناخية في المنطقة وأوضحت الخريطة أن تربة المنطقة تتدرج تحت نوعين من الرتب هما التربة الكلسية الجافة والتربة الحصوية والفيضية والرملية حديثة التكوين.
- \* أمكن تحديد أسلوب تغذية المياه المترسبة في التربة وباطن الأرض من خلال معرفة العلاقة بين معدلات الأمطار الفعلية والتبخر/النتح خلال دورة مائية كاملة، وأمكن تحديد أربع مناطق مميزة في ظروفها الهيدرولوجية على مستوى المنطقة، تعكس تبايناً واضحاً في معدل تشبعها لرطوبة التربة.

#### ٥- بالنسبة للغطاء النباتي

- \* يتنوع الغطاء النباتي في المنطقة ويندرج في قسمين أساسيين هما:
  - النباتات اللازهرية والوعائية.
  - النباتات البذرية بنوعها عاريات البذور وكاسيات البذور أحادية وثنائية الفلقة.
- \* يتأثر تنوع وتوزيع الغطاء النباتي الطبيعي بعدة عوامل مثل الخصائص الطبوغرافية والهيدرولوجية والبيدولوجية، بجانب العوامل المناخية (الأمطار).

\* تم تحديد أربع مناطق نباتية مناخية مميزة بالنسبة للنوع والكثافة اعتماداً على العلاقة المكانية بين خرائط الأساس لكل من الخصائص الطبوغرافية والمناخية والبيدولوجية والبيدولوجية المؤثرة في الغطاء النباتي.

\* تم إنجاز خريطة للمناطق النباتية المناخية اعتماداً على العناصر المذكورة سابقاً والتوصل إلى أربعة مسميات لمناطق نباتية مناخية في المنطقة لكل منها خصائص ومواصفات مميزة هي :

❖ المنطقة الأولى (KD1) منطقة السروات الجبلية (غابات العرعر).

❖ المنطقة الثانية (KD2) منطقة مرتفعات عسير شبه الرطبة (الأكاسيات).

❖ المنطقة الثالثة (KD3) منطقة الجرف الجبلي شبه الرطبة (النباتات المنزرعة).

❖ المنطقة الرابعة (KD4) منطقة هضبة عسير شبه الجافة (الأثلثة).

\* تزداد كثافة الأشجار مع زيادة الارتفاع في المنطقة، كما تزداد سيادة مجموعة النباتات البذرية عاريات البذور ممثلة في أشجار العرعر. وحيث يتنوع الغطاء النباتي في المنطقة بسبب التنوع الجيومورفولوجي بين أسطح مستوية إلى حافات وجروف وانحدارات صخرية عميقة إلى أحواض تصريف وتلال صخرية منبسطة.

\* ساعد التكوين الجيولوجي والتنوع الصخري في المنطقة على وجود تباين للخصائص الطبيعية لكل نوع من أنواع الصخور، حيث أظهر التوزيع المكاني أن هناك العديد من الأنواع الشجرية والأعشاب تنمو وتزدهر في المناطق الصخرية شديدة الصلابة ومقاومة للتعرية حيث لجأت تلك الأنواع إلى الشقوق والفواصل الصخرية لمد جذورها باعتبارها موطناً جيداً للنمو لتوفر الرطوبة فيه.

\* تمثل المنطقة النباتية المناخية الرابعة (الأثلثة) أكبر المساحات النباتية تليها المنطقة النباتية المناخية الثانية (الأكاسيات) ثم المنطقة الثالثة (النباتات المنزرعة) وأخيراً المنطقة الرابعة (غابات العرعر) أصغرها مساحة.

\* تم تحديد العائلات النباتية السائدة في المناطق النباتية المناخية الأربع على النحو التالي :

❖ المنطقة الأولى تنسم بتنوع في التجمعات النباتية السائدة وتنتشر بها فصائل ممثلة للنباتات البذرية عاريات البذور كالعائلة السروية يمثلها نبات العرعر المعروف بالمنطقة ولكنها تنفرد بوجود عائلتي ذيل الحصان والاسبيلينيوم الممثلة للنباتات اللازهرية الوعائية، وكذلك وجود الأشنان للنباتات اللازهرية الثالوسية، بالإضافة إلى فصائل ممثلة للنباتات البذرية كاسيات البذور أحادية وثنائية الفلقة.

❖ المنطقة السَّانِيَّة ينتشر فيها تجمعات نباتية تنتمي جميعها إلى النباتات البذرية من كاسيات البذور ثنائية الفلقة ومن أبرزها الأكاسيات وعاريات البذور مثل العُلندى أو كاسيات البذور أحادية الفلقة مثل النخيل البري.

❖ المنطقة الثالثة يتواجد فيها تجمعات تنتمي جميعها إلى النباتات البذرية وأبرزها النباتات النجيلية التي تمثل نباتات بذرية كاسيات البذور أحادية الفلقة مثل النباتات البرية كالشوفان والشميد البري والصماء الغليظ، بالإضافة إلى النباتات المنزرعة على سفوح المدرجات مثل الشوفان والدخن المنزرع.

❖ المنطقة الرابعة تعد أقل المناطق النباتية المناخية كثافة وينتشر فيها التجمعات النباتية البذرية وجميعها من كاسيات البذور وأبرزها نبات الأثل، بالإضافة إلى النخيل بنوعيه والأعشاب النجيلية.

\* تبين أن هناك علاقة واضحة بين الخصائص الطبيعية والمناخية للمناطق النباتية المناخية الأربع التي تم تحديدها في إطار المنطقة الجبلية بعسير مما كان له أثر على نوع النبات السائد ومدى كثافته وهذا جعل لكل منطقة مناخية نباتية خصائص مميزة تؤكد هذا الارتباط وتتفاعل معه.

\* احتوت الدراسة على ٢٨ خريطة مليونية للجغرافيا الطبيعية بالمنطقة الجبلية بعسير

### التوصيات

وبناءً على ما تقدم يمكن التوصية بما يلي :

١. ضرورة رصد القراءات اليومية لعناصر الطقس والمناخ، بالإضافة للقراءات الشهرية والسنوية.

٢. زيادة الاهتمام بعدد وكثافة المحطات المناخية للرصد الجوي بجانب محطات قياس الأمطار التابعة لوزارة الزراعة والمياه من حيث تكامل الرصد المنتظم للعناصر المناخية، والتوسع في إنشاء عدد آخر من المحطات يغطي مساحة المنطقة البالغة (٧٠,٠٠٠) كم<sup>٢</sup> وفقاً للمعايير الدولية، حيث تغطي محطة الرصد المناخية الشاملة مساحة ٣٠٠ كم<sup>٢</sup> وعليه نوصي بإنشاء عدد من المحطات الكافية، ويمكن بناءً على الخرائط التي أعدت في الدراسة تحديد مواقع المحطات لإنشاء شبكة للرصد الجوي لتغطية كامل المساحة في المنطقة الجبلية بعسير.

٣. ضرورة رصد عنصر التبخر في محطات الرصد الجوي التابعة للرئاسة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة تدعيماً لشبكة المحطات التابعة لوزارة الزراعة والمياه وإجراء المزيد من الدراسات التفصيلية لدرجة الحرارة كعنصر مناخي مهم في المنطقة وبغيرها

من مناطق المملكة لتأثيرها الكبير على عمليات التبخر وتباينه على المستوى المكاني والزمني.

٤. إجراء المزيد من الدراسات التفصيلية على التبخر في المنطقة وغيرها من مناطق المملكة بجانب الأمطار، إذ إن هذين العنصرين من أهم عناصر التوازن المائي، حيث تعد الأمطار من أهم عناصر الإمداد في حين يكون التبخر من أهم عناصر الفقد المائي.

٥. توجيه الباحثين إلى إجراء المزيد من الدراسات المناخية التفصيلية التي تهدف إلى تقسيم المنطقة إلى مناطق مناخية متجانسة على أساس الظروف الطبيعية والعوامل الجغرافية.

٦. توجيه الباحثين إلى التركيز في الدراسات المناخية التطبيقية على الفصول المطيرة للمناطق المدروسة بغية الوصول إلى أفضل النتائج.

٧. توجيه الباحثين إلى الاستفادة من الطرق والأساليب الإحصائية المتطورة التي استخدمت في تقدير عنصر التبخر/النتح في مناطق أخرى بالمملكة.

٨. حاجة المنطقة إلى مزيد من الدراسات النباتية لمعرفة التجمعات النباتية وخاصة الغابات الطبيعية الموجودة في المناطق المرتفعة الوعرة.

٩. الإكثار من تشجير المناطق النباتية المناخية في المنطقة بأهم الأنواع الشجرية الملائمة لظروف الطبيعية والجغرافية بكل منطقة نباتية مناخية، وإعادة تشجير المناطق التي تدهورت فيها.

١٠. الإكثار من إنشاء العقود الترابية والحجرية في مناطق مجارى السيول لحماية المناطق النباتية من جريان السيول وجرف التربة.

١١. الاستفادة من هذه الدراسة في إنتاج مشروع أطلس للجغرافيا الطبيعية بالمنطقة الجبلية بعسير للخرائط التالية :

مظاهر السطح، التكوين الجيولوجي، الشبكة المائية وأحواض التصريف، وحدات التربة، نوعية النباتات الطبيعية، كثافة النباتات الطبيعية، المناطق النباتية المناخية، معدلات الحرارة الشهرية والسنوية، معدلات التبخر الشهرية والسنوية، معدلات الأمطار الشهرية والفصلية والسنوية.

١٢. أن تكون هذه الدراسة أساساً لمشاريع استثمارية بالمنطقة (السياحة البيئية، زراعة ، محميات طبيعية...الخ).

١٣. أن تسهم هذه الدراسة بقسط كبير في إعداد قاعدة معلومات جغرافية مناخية تطبيقية.



ولا يفوت الباحثة أن تذكر أنها واجهت بعض المشاكل في إعداد هذه الدراسة وهي نقص السلسلة الزمنية في بعض البيانات المناخية وقلة عدد المحطات المناخية الخاصة بقياس العناصر المناخية ولكن تم التغلب عليها من خلال معالجة البيانات واستكمالها.

وفي الختام تـرجو الباحثة أن تكون هذه الدراسة قد حققت الأهداف المحددة لها وأن تسهم في إثراء المعرفة للدراسات المناخية التطبيقية في المنطقة الجبلية بعسير، وأن تكون نقطة لإطلاق المزيد من البحوث المستقبلية لمناطق أخرى من المملكة العربية السعودية في هذا المجال لإثراء الدراسات المناخية التطبيقية التي من شأنها الإسهام في زيادة الرقي والتطور لهذا الوطن العزيز على قلوب الجميع.

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين، وصلي الله وسلم على أشرف الأنبياء والمرسلين.

## أولاً : المراجع العربية

- أبو العلا، محمود (١٩٧٦م)، "عسير جنوب غربي المملكة العربية السعودية"، معهد البحوث والدراسات العربية، دراسات خاصة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، القاهرة.
- أبو العلا، محمود (١٩٧٩م)، جغرافية شبه جزيرة العرب، الجزء ١، ٢، ط٤، الانجلو المصرية، القاهرة.
- أبو حسن، عطا الله أحمد، وآخرون، (١٩٨٤م)، الغابات الطبيعية في المملكة العربية السعودية، المركز الوطني للعلوم والتكنولوجيا، الرياض.
- أبوراضي، فتحي عبدالعزيز، (١٩٨٣م)، الأساليب الكمية في الجغرافيا، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- أبو سعده، سعيد محمد، (١٩٨٣م)، "هيدرولوجية الأقاليم الجافة وشبه الجافة" نشرة البحوث الجغرافية الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- أبو عياش، عبدالاله، (١٩٧٨م)، الإحصاء والكمبيوتر في معالجة البيانات مع تطبيقات جغرافية، وكالة المطبوعات، الكويت.
- أبو العطا، فهمي هلال، (١٩٩٤م)، الطقس والمناخ دراسة في طبيعة الجو وجغرافية المناخ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- أبو العينين، حسن سيد أحمد، ١٩٨١م، أصول الجغرافيا المناخية، ط١، الدار الجامعية، بيروت.
- أبو الفتح، حسين علي، (١٩٩٦م)، علم البيئة، عمادة شئون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض.
- أحمد، بدرالدين يوسف، (١٩٩١م)، "مشكلات التصنيفات المناخية حالة المملكة العربية السعودية"، الندوة الجغرافية الرابعة لأقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى.
- أحمد، بدرالدين يوسف، (١٩٩٣م)، "مناخ المملكة العربية السعودية"، نشرة البحوث الجغرافية، العدد ١٥٧، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- أحمد، زكي بدوي، (١٩٩٣م)، معجم مصطلحات العلوم الاجتماعية، مكتبة لبنان، بيروت.
- أغا، شاهر جمال، (١٩٧٨م)، علم المناخ والمياه، الجزء ١، المطبعة الجديدة، دمشق.
- أنيس، إبراهيم، وآخرون، (١٩٩٢م)، المعجم الوسيط، ج ٢، ط ٢، مجمع اللغة العربية بالقاهرة، دار المعارف، مصر.

- أهدي، لؤي، (١٩٧٤م)، علم المناخ والأرصاد الجوية، المطبعة الجديدة، دمشق.
- الأيوبي، محمد زكي، (١٩٨٨م)، القاموس الجغرافي الحديث، ط١، دار العلم للملايين، بيروت.
- بادي، كمال حسن، (١٩٩٧م)، "الغابات الطبيعية في المملكة العربية السعودية"، ط٢، وزارة الزراعة والمياه، إدارة المراعي والغابات، الرياض.
- بحيري، صلاح الدين، (١٩٧٥م)، جغرافية الصحاري العربية، غريب للطباعة والنشر، القاهرة.
- بندقجي، حسين حمزه، (١٩٧٧م)، جغرافية المملكة العربية السعودية، ط٢، الانجلو المصرية، القاهرة.
- البناء، علي، (١٩٧٠م)، الجغرافية المناخية والنباتية، دار النهضة العربية، بيروت.
- التوم، مهدي أمين، (١٩٧٤م)، مناخ السودان، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، ومعهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة.
- التوم، مهدي أمين، (١٩٨٦م)، مبادئ الجغرافيا المناخية، ط١، دار جامعة الخرطوم للنشر، جامعة الخرطوم.
- جاد، طه محمد، (١٩٨٢م)، "الأمطار في الكويت"، الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، م٢.
- جبير، عثمان سليمان، (١٩٩٣م)، "الأقاليم الحياتية في شبه الجزيرة العربية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم التطبيقية، جامعة الخليج العربي، البحرين.
- الجراش، محمد عبدالله، (١٩٨١م)، "العوامل المؤثرة في كمية الأمطار على غرب وجنوب غرب المملكة"، مجلة كلية الآداب، جامعة الملك سعود، م٨، العدد الثامن.
- الجراش، محمد عبدالله، (١٩٨٢م)، "العلاقة بين الأمطار والسيول في جنوب غرب المملكة"، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة الملك عبدالعزيز، م٢.
- الجراش، محمد عبدالله، (١٩٨٣م)، "نماذج لتقدير المتوسط السنوي لكمية الأمطار في غرب المملكة"، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة الملك عبدالعزيز، م٣.
- الجراش، محمد عبدالله، (١٩٨٤م)، "التقسيمات المناخية للمملكة، تطبيق لتحليل المركبات الأساسية"، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة الملك عبدالعزيز، م٤.
- الجراش، محمد عبدالله، (١٩٨٨م)، "الميزان المائي المناخي في المملكة العربية السعودية"، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة الملك عبدالعزيز، م٢.

- الجراش، محمد عبدالله، (١٩٨٩م)، "النطاقات الجغرافية لدرجتي الحرارة القصوى والدنيا في المملكة العربية السعودية : تطبيق للتحليل التجميعي، طريقة وورد التباين الأدنى"، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة الملك عبدالعزيز، م٢.
- الجراش، محمد عبدالله، (١٩٩١م)، "نماذج لتقدير متوسطات درجة الحرارة الشهرية في المملكة العربية السعودية : تطبيق لتحليل العلاقة الاعتمادية المتدرجة"، مجلة كلية الآداب، جامعة الملك سعود، م٣.
- الجراش، محمد عبدالله، (١٩٩٢م)، "الأقاليم المناخية في المملكة العربية السعودية"، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، العدد ١٣.
- الجراش، محمد عبدالله، (١٩٩٢م)، "نموذج لتقدير المتوسط الشهري لكمية التبخر في المملكة العربية السعودية"، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة الملك عبدالعزيز، م٥.
- الجوهرى، يسري، (١٩٨٧م)، الجغرافيا المناخية، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية.
- جوده، حسنين جوده، (١٩٨٠م)، الجغرافية الطبيعية للصحاري العربية، دار النهضة العربية، بيروت.
- جوده، حسنين جوده، (١٩٨٥م)، الجغرافية الطبيعية للزمن الرابع والعصر المطير في الصحاري الإسلامية، ط٢، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- حبيب، بدرية محمد، (١٩٨٩م)، "القيمة الفعلية لمياه الأمطار في غرب المملكة"، رسالة ماجستير غير منشورة كلية التربية، الرئاسة العامة لتعليم البنات، جدة
- حسن، مصطفى حسن، (١٩٩٨م)، "جنس العرعر والأشجار المرافقة له"، الوضيحي، السنة ٢، العدد ٥، أبريل.
- حسن، مصطفى حسن، (١٩٩٨م)، "نباتات زهرية تتطفل على نباتات زهرية أخرى"، الوضيحي، السنة ٢، العدد ٧، سبتمبر.
- حسن، مصطفى حسن، (١٩٩٩م)، "المجموعة النباتية الفطرية في المملكة العربية السعودية"، الوضيحي، السنة ٣، العدد ٩، يناير.
- حسن، مصطفى حسن، (١٩٩٩م)، "الطلحيات"، الوضيحي، السنة ٣، العدد ١١، سبتمبر.
- حسن، مصطفى حسن، (١٩٩٩م)، "النخليات"، الوضيحي، السنة ٣، العدد ١٢، ديسمبر.
- الحلاب، محمود عبدالعزيز، (١٩٩٨م)، "الآراك غني بالمواد المطهرة والقاتلة للجراثيم"، الوضيحي، السنة ٢، العدد ٦، يونيو.
- الحلاب، محمود عبدالعزيز، (١٩٩٨م)، "الصف أو الشفلح"، الوضيحي، السنة ٢، العدد ٨، ديسمبر.

- الحلاب، محمود عبدالعزيز، (١٩٩٩م)، "شجرة السدر"، الوضيحي، السنة ٣، العدد ١٠، أبريل.
- الحلاب، محمود عبدالعزيز، (٢٠٠٠م)، "نبات الشيخ"، الوضيحي، السنة ٤، العدد ١، يونيو.
- حيدر، أحمد محمد، (١٤٠٤هـ)، "الجغرافيا الزراعية لمنطقة عسير الجبلية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.
- حيدر، أحمد محمد، (١٩٨٧م)، الجغرافيا الزراعية لمنطقة عسير، النادي الأدبي، أبها.
- الخطيب، عبدالباسط، (١٩٨٠م)، سبع سنابل خضر، ط٢، وزارة الزراعة والمياه، الرياض.
- خير، صفوح، (١٩٩٠م)، البحث الجغرافي مناهجه وأساليبه، دار المريخ، الرياض.
- الدعلوج، على إبراهيم، (١٩٨٢م)، "النظام المطري المتكرر في وسط المملكة العربية السعودية"، الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، م٢.
- الدوسري، حميد مبارك، (٢٠٠٠م)، "الحمض"، الوضيحي، السنة ٤، العدد ١٣، أبريل.
- الرويثي، محمد أحمد، (١٩٩٦م)، الشخصية الجغرافية للمملكة العربية السعودية، ط١، مكتبة التوبة، المدينة المنورة.
- الزغت، معين فهد. عقباوي، كمال عبدالله (١٩٨٦م)، "الأقاليم الحياتية في المملكة العربية السعودية"، الندوة التاسعة للنواحي البيولوجية، الجمعية السعودية لعلم الحيات، وزارة الزراعة والمياه، الرياض.
- سطيحة، محمد محمد، (١٩٧٢م)، خرائط التوزيعات الجغرافية، دار النهضة العربية ، بيروت.
- سفاف، أدهم، (١٩٧٣م)، المناخ والأرصاد الجوية، ط١، كلية الزراعة، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب.
- سقا، عبدالحفيظ محمد، (١٩٩٨م)، الجغرافيا الطبيعية للمملكة العربية السعودية، ط٢، دار الخريجي، الرياض.
- السلطان، عبدالغني جميل، (١٩٨٥م)، الجو وعناصره وتقلباته، وزارة الثقافة والإعلام، الجمهورية العراقية.
- السيد رجب، عمر الفاروق، (١٩٧٨م)، دراسات في جغرافية المملكة العربية السعودية، دار الشروق، جدة.

- السيد، عبدالملك قسم، (١٩٩٤م)، "تطبيق نموذج ماركوف لاحتمالات حدوث الفترات الممطرة والجافة بمحطتي ملاكي وقاع بني مالك بجنوب غربي المملكة العربية السعودية"، الندوة الجغرافية الخامسة لأقسام الجغرافيا، جامعة الملك سعود.
- الشريف، عبدالرحمن صادق، (١٩٧٣م)، "الأحوال المناخية في مدينة الرياض"، مجلة كلية الآداب، جامعة الملك سعود، م٣، السنة الثالثة.
- الشريف، عبدالرحمن صادق، (١٩٧٦م)، "مناخ اقليم جنوب غرب المملكة"، مجلة الدار، السنة الثانية، العدد الأول، الرياض.
- الشريف، عبدالرحمن صادق، (١٩٨٤م)، جغرافية المملكة العربية السعودية، الجزء ١، ط٢، دار المريخ، الرياض.
- شرف، عبدالعزيز طريح، (١٩٧٨م)، الجغرافية المناخية والنباتية، دار الجامعات المصرية الإسكندرية.
- شرف، عبدالعزيز طريح، (١٩٨٠م)، مناخ الكويت، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.
- شرف، عبدالعزيز طريح، (١٩٨٥م)، "مناخ أواخر البليستوسين والتغيرات التي طرأت عليه خلال العهود التالية حتى أواخر القرن ١٩م"، الكتاب الجغرافي السنوي، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود، السنة الأولى، العدد الأول، الرياض.
- شحادة، نعمان، (١٩٨٢م)، "الأمطار في دولة الإمارات العربية المتحدة"، الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، الكويت، م٢.
- شحاده، نعمان، (١٩٨٣م)، علم المناخ العملي، ط٢، الدور النموذجية، الأردن.
- شحاده، نعمان، (١٩٨٣م)، علم المناخ، الدور النموذجية، الأردن.
- شحادة، نعمان، (١٩٨٦م)، "فصلية الأمطار في الحوض الشرقي للبحر المتوسط وآسيا العربية"، الجمعية الجغرافية الكويتية، جامعة الكويت، العدد ٨٩.
- الشلش، علي حسين، (١٣٩٩هـ)، "علم المناخ"، مجلة كلية الآداب جامعة البصرة، السنة الثانية عشرة، العدد ١٤.
- الشلش، علي حسين، (١٩٧٦م)، "القيمة الفعلية للأمطار"، كلية الآداب، جامعة البصرة، السنة التاسعة، العدد الأول.
- الشلش، علي حسين، (١٩٨١م)، الأقاليم المناخية، كلية الآداب، جامعة البصرة، العراق.
- الشلش، علي حسين وآخرون، (١٩٨٢م)، الجغرافيا الحياتية، كلية الآداب، جامعة البصرة، العراق.

- الصالح، ناصر عبدالله وآخرون، (١٩٧٩م)، الجغرافية الكمية والإحصائية، جدة، دار الفنون للطباعة والنشر، جدة.
- الصالح، محمد عبدالله، (١٩٩٤م)، "التحليل التكراري لكميات الأمطار في منطقة القويعية بالمملكة العربية السعودية"، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، العدد ١٧.
- الطاهر، عبدالله أحمد، (١٩٩٦م)، "تقدير التبخر الشهري في المملكة العربية السعودية"، مجلة كلية الآداب، جامعة الملك سعود.
- عبدالقادر، حلمي، (١٩٧٩م)، الجغرافيا الحيوية، ط١، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
- عبدالمقصود، زين الدين، (١٩٨٤م)، أسس الجغرافيا الحيوية، ط٢، دار البحوث العلمية، الكويت.
- عبدالعزيز، محمود حسان، (١٩٨٢م)، أساسيات الهيدرولوجيا، عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض.
- عبدالله، ياوز، (١٩٨٠م)، أسس تنمية الغابات، ط١، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.
- عبدالله، ياوز وآخرون، (١٩٩٠م)، الغابات والتشجير، جامعة الموصل، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، العراق.
- العباد، هدى عبدالله، (١٩٩٣م)، "مناخ شمال المملكة العربية السعودية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، الرئاسة العامة لتعليم البنات، الرياض.
- عزيز، مكي محمد، (١٩٧٢م)، "الأمطار في المملكة العربية السعودية"، مجلة كلية الآداب، جامعة الملك سعود، السنة الثانية، م٢.
- علي، صالح الزهراني، (١٩٧١م)، المعجم الجغرافي للبلاد السعودية، الجزء ٢، بلاد غامد وزهران، منشورات دار اليمامة، الرياض.
- العودات، محمد عبده وآخرون، (١٩٦٩م)، علم البيئة النباتية، عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض.
- العودات، محمد عبده وآخرون، (١٩٨٥م)، الجغرافيا النباتية، عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض.
- العودات، محمد عبده وآخرون، (١٩٨٩م)، أطلس الرسومات النباتية، عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض.
- عواري، إيتسام حسن عبدالرحمن، (١٩٩٧م)، "النباتات الطبيعية في جنوب غرب المملكة العربية السعودية والمحميات الطبيعية الممثلة لها"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرئاسة العامة لتعليم البنات، جدة.

- عزيز، خديجة أحمد، (١٩٩٣م)، "السمات التوزيعية لكميات الأمطار ومدى تغيراتها في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.
- الغامدي، سعيد أحمد، (١٩٧٢م)، "تقرير عن الغابات بمنطقة جيزان واحتياجات تطورها"، وزارة الزراعة والمياه، قسم الغابات، الرياض.
- الغشيان، هيفاء عبدالله، (١٩٩٠م)، "التبخر والميزانية المائية في المملكة العربية السعودية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.
- فايد، يوسف عبدالمجيد، (١٩٧١م)، "جغرافية المناخ والنبات، دار النهضة العربية، بيروت.
- الفرحان، أحمد بن حمد، وآخرون، (١٩٩٩م)، "تصنيف النبات والتقسيم الإحيائي، النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود.
- الفندي، محمد جمال الدين، (١٩٧٧م)، "الطبيعة الجوية، ط٢، مكتبة الفلاح، الكويت.
- الفندي، محمد جمال الدين، (١٩٨٥م)، "الأرصاد الجوية، ط٢، مكتبة الفلاح، الكويت.
- الفيروز، أبادي، مجدالدين محمد، (١٩٨٧م)، "القاموس المحيط، ط٢، مؤسسة الرسالة، بيروت.
- قدح، فريدة محمد، (١٩٩٤م)، "الغطاء النباتي الطبيعي في الإقليم الجنوبي الغربي، ط١، النادي الأدبي، أبها.
- قربه، جهاد محمد، (١٩٨٣م)، "العمل المشترك ونتائجه لمنخفض المتوسط الشرقي ومنخفض السودان على جنوب المملكة العربية السعودية"، المؤتمر السادس للنواحي البيولوجية، الجمعية السعودية لعلم الحيات، كلية العلوم، جامعة الملك عبدالعزيز.
- كربل، عبدالاله رزوقي، (١٩٧٢م)، "أسس تحديد المناخ الجاف"، مجلة كلية الآداب، جامعة البصرة، السنة ٥، العدد ٧.
- كربل، عبدالاله رزوقي، ولي ماجد السيد، (١٩٨٦م)، "علم الطقس والمناخ، كلية الآداب، جامعة البصرة، العراق.
- كلية الزراعة، قسم الإنتاج النباتي، تقرير سير العمل في مشروع تقييم الصفات التكنولوجية واستعمال الغابات في جنوب غرب المملكة العربية السعودية، رقم ات/٢/٠٠١، ص ١٣.
- الكليب، عبدالملك علي، (١٩٨٢م)، "الأمطار في شبه الجزيرة العربية" الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، الكويت، م ٢.
- الكليب، عبدالملك علي، (١٩٩٠م)، "مناخ الخليج العربي، ط١، الكويت، ذات السلاسل.



- الكليب، عبد الملك علي، (١٩٩٢م)، الطقس والمناخ في دولة الكويت، الكويت.
- ليبولد. ب لونا ترجمة رياض حامد الدباغ وآخرون، (١٩٧٧م)، الماء هو الأساس، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.
- مجاهد، أحمد محمد، وآخرون، (١٩٩٢م)، النباتات الوعائية غير البذرية، ط٢، عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض.
- مجاهد، أحمد محمد، وآخرون، (١٩٩٥م)، علم البيئة النباتية، ط٢، عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض.
- محمددين، محمد محمود. حسن، عبدالعزيز أحمد، (١٩٨١م)، الأقاليم الجافة دراسة جغرافية في السمات والأنماط، ط١، دار العلوم، الرياض.
- مشرف، محمد عبدالغني. إدريس، الطاهر عثمان، (١٩٩٨م)، قاموس مصطلحات الرسوبيات المصور، قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة الملك سعود.
- مصلاح، معيض سالم، (١٩٩٣م)، "خصائص التبخر في جنوب غرب المملكة العربية السعودية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود.
- المغامس، عبدالله عبدالعزيز، (١٩٨٩م)، "التقسيمات الإقليمية لخصائص الأمطار في جنوب غرب المملكة"، دراسة في الجغرافية المناخية رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.
- ملر، أوستن، (١٩٨٥م)، علم المناخ، تعريب محمد متولي وإبراهيم رزقانه، ط٢، القاهرة، مكتبة الأنجلو المصرية.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، (١٩٧٧م)، المناخ الزراعي في الوطن العربي السعودية، الخرطوم.
- الموصلي، عماد الدين، (١٩٩٩م)، تصنيف ترب المملكة العربية السعودية ودوره في جغرافيا البيئة التطبيقية بالمملكة، الندوة الجغرافية السادسة، لأقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية.
- المولد، فرج مبارك جمعان، (١٩٨٣م)، "مناخ غرب المملكة العربية السعودية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.
- موسى، على حسن، (١٩٨٣م)، الوجيز في المناخ التطبيقي، دار الفكر للطباعة والنشر، دمشق.
- موسى، على حسن، (١٩٨٦م)، التغيرات المناخية، دار الفكر للطباعة والنشر، دمشق.
- موسى، على حسن، (١٩٨٦م)، الرصد والتنبؤ الجوي، دار دمشق للطباعة والنشر، دمشق.

- موسى، علي حسن، (١٩٨٦م)، المعجم الجغرافي المناخي، ط١، دار الفكر للطباعة والنشر، دمشق.
- موسى، علي حسن، (١٩٨٩م)، مناخات العالم، دار الفكر للطباعة والنشر، دمشق.
- موسى، علي حسن، (١٩٩٠م)، المناخ والأرصاد الجوية، مطبعة الاتحاد، دمشق.
- موسى، علي حسن، (١٩٩١م)، المناخ الأصغري، ط١، دار دمشق للطباعة والنشر والتوزيع، دمشق.
- النافع، عبداللطيف حمود، (١٩٩٨م)، "الأقاليم الجغرافية النباتية في شبه الجزيرة العربية"، نشرة البحوث الجغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- النافع، عبداللطيف حمود، (٢٠٠٠م)، "النباتات المحتطبة في المملكة العربية السعودية"، نشرة البحوث الجغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- نوري، مصطفى عثمان، (١٩٨٣م)، الماء ومسيرة التنمية في المملكة العربية السعودية، ط١، مطبوعات تهامة، جدة.
- وزارة الزراعة والمياه، (١٩٩٤م)، "جهود وزارة الزراعة والمياه في تنمية الغطاء النباتي الطبيعي"، إدارة المراعي والغابات، الرياض.
- وزارة الزراعة والمياه، (١٤٢٠هـ)، استراتيجية وخطة عمل وطنية للغابات، الرياض.
- وزارة التخطيط، (١٤٢٠-١٤٢٥هـ)، "خطة التنمية السابعة"، الرياض.
- والطنون، كنيث، (١٣٩٩هـ)، ترجمة على عبدالوهاب شاهين، الأراضي الجافة، منشأة المعارف، الإسكندرية.
- الوليعي، عبدالله ناصر، (١٩٨٨م)، "تغيرات المناخ في المناطق الجافة : دراسة حالة المملكة العربية السعودية"، الكتاب الجغرافي السنوي، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود، العدد ٤.
- الوليعي، عبدالله بن ناصر، (١٩٩٧م)، جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية، ط٢، مؤسسة الممتاز للطباعة والتجليد، الرياض.
- الوليعي، عبدالله بن ناصر، (١٩٩٧م)، الجغرافية الحيوية للمملكة العربية السعودية، القسم الثاني، ط٢، مؤسسة الممتاز للطباعة والتجليد، الرياض.
- يوسف، توني، (١٩٦٤م)، معجم المصطلحات الجغرافية، دار الفكر العربي، القاهرة.
- يوسف، عبدالعزيز عبدالله، (١٩٨٨م)، "المؤثرات البيئية وأثرها في إحداث التقلبات المناخية"، الكتاب الجغرافي السنوي، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود، العدد ٤.

## ثانياً : الأطالس والخرائط

١. إدارة استثمار الأراضي، (١٩٩٤م)، أطلس الموارد الأرضية، الخريطة العامة للتربة، وزارة الزراعة والمياه.
٢. إدارة المساحة العسكرية، (١٤٠٧هـ) الخريطة الطبيعية للمملكة العربية السعودية، مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠٠ وزارة الدفاع والطيران والمفتشية العامة.
٣. إدارة المساحة الجوية، لوحات NE38-SW (جيزان) 1405هـ، NE38-NW (أبها) 1404هـ، NE37-NE (القنفذة) 1404هـ، NF37-SE (مكة المكرمة) 1411هـ، NE37-SE (جزر فرسان) 1405هـ، NF38-SW (بيشة) 1411هـ، مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠٠، وزارة البترول والثروة المعدنية.
٤. إدارة المساحة الجوية، (١٩٩٩م)، الخرائط الطبوغرافية، اللوحات NE38- / NE37-4 / 1 / NE38-2 / NE38-5 / NE38-6 / NF38-13، مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠٠، وزارة البترول والثروة المعدنية.
٥. بندقي، حسين حمزة، (١٩٧٧م)، أطلس المملكة العربية السعودية، الأنجلو المصرية، القاهرة.
٦. بندقي، حسين حمزة، (١٩٨٤م)، الخريطة الجغرافية للمملكة العربية السعودية، كلية الآداب، جامعة الملك عبدالعزيز، جدة.
٧. فارسي، زكي محمد علي، (١٩٩٥م)، الخريطة الجغرافية للمملكة العربية السعودية، جريدة الجزيرة، العدد ٨٣٩٥.
٨. قسم الجغرافيا، (١٩٧٣م)، أطلس أقطار المملكة العربية السعودية، كلية الآداب، جامعة الملك سعود.
٩. قسم الهيدرولوجيا، خريطة المملكة الهيدرولوجية، وزارة الزراعة والمياه، د.ت.
١٠. قسم الهيدرولوجيا، (١٩٨٤م)، أطلس المياه في المملكة العربية السعودية، وزارة الزراعة والمياه.
١١. قسم الهيدرولوجيا، (١٩٨٨م)، أطلس المناخ في المملكة العربية السعودية، وزارة الزراعة والمياه.
١٢. وزارة الزراعة والمياه، (١٩٨٦م)، أطلس التربة، اللوحات ١٦٧ - ١٧٧ - ١٧٨ - ١٧٩ - ١٨٥ - ١٨٧ - ١٨٨ - ١٨٩ - ١٩٤ - ١٩٥ - ١٩٦ - ١٩٧ - ١٩٨ - ٢٠٢ - ٢٠٣ - ٢٠٤ مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠٠.

- AL-blehed, A. S., (1975), "A contribution To The Climate Studies on Saudi Arabia", Master's Degree Research to the Geography Dept, University of Durham, U.S.A.
- AL-Ehaideb, A.S., (1985), "Precipitation Distribution in The South West of Saudi Arabia", PhD Degree Research to the Geography Dept, Arizona State University, U.S.A .
- Abul Fatih, H. A., (1979), "Vegetation of Higher Elevations of Asir, Saudi Arabia", 3th Conference on the Biological Aspects of Saudi Arabia, Univ of King Faisal Al-Ahsa.
- Abul Fatih, H. A., (1981), "Plant Ecology of Dalaghan National Park, Asir Province, Saudi Arabia" 5th Conference on the Biological Aspects of Saudi Arabia, Coll of Educ, King Saud Univ. Abha.
- Abul Fatih, H.A., (1981), "Wild Plants of Abha and its Surroundings", 5th Conference on the Biological Aspects of Saudi Arabia, Coll of Educ, King Saud Univ Abha .
- Al-Gurashi, M.D., (1981), "Synoptic Climatology of Rain Fall in The South West Region of Saudi Arabia", Master's Degree Research, Dept of Geography, Western Michigan, Kalamazoo, U.S.A.
- AL-Shaikh, Abdull Mohsen, A., (1985), "Rain Fall Frequency Studies For Saudi Arabia", Master's Degree Research Civil Engineering, College of Engineering King Saud, Univ Riyadh.
- Andrew, Goudie, and John Wilkinsson., (1977), **The Warm Desert Environment**, Univ, Combridge.
- A. Henderson, Sellers., and P. J. Robinson., (1986), **Contemporary Climatology**, 1Ed, Longman Scientific and Technical, New York.
- AL-blehed, A. S., (1979), "Nature and Socioeconomic Implication of Rain Fall Variability in Saudi Arabia" J, Coll Arts, Univ Riyadh, Vol. 6.
- Al-blehed, A.S., (1985), "Some Characteristics of Precipitation in The High Land of Asir Saudi Arabia", J. Coll Arst, King Saud University, Vol.12.
- Al-blehed, A. S., (1986), "Rainfall Distribution and Variability in Saudi Arabia", J.Coll Arst, King Saud University, Vol.13.
- AL-Farhan, Ahmed, H., (1997), "Endangered Plants in Saudi Arabia", Species in formation, The National Commission for Wildlife Conservation and Development.

- Al-Yamani, Mahmoud, S. and Zekai, Sen., (1993), "Regional Variations of Monthly Rain Fall Amounts in The Kingdom of Saudi Arabia", J.K.Au: Earth Sci, Vol.6 Jeddah.
- Boyce, R. & Clark, W. A., (1964), "The concept of shape in Geography" Geog. Rev. Vol. 54.
- Brooks, C.E.P., (1953), **Hand Book of Statistical Methods in Meteorology**, London.
- Critchfield, Howard, J., (1987), **General Climatology**, New Delhi.
- Chang, J. H., (1977), **Climate and Agriculture, An Ecological Survey**, 4Ed, Aldin Publishing, , Chicago.
- Conrad, V., and Pollak, L. W., (1950), **Methods in Climatology**, Harvard Univ Press, U.S.A.
- Choudary, Shaukat, Ali., & Al-Jawid, Abdul Aziz Abbas., (1999), **Vegetation of the Kingdom of Saudi Arabia**, The Manistry of Agriculture and Water, Riyadh.
- Choudary, Shaukat, Ali., (2000), **Flora of the Kingdom of Saudi Arabia, Illustrated**, Vol. II, Part 3, National Agriculture and Water Research Center-Riyadh.
- Davis S. N., & De wiest R.J.M., (1988), **Hydrogeology**, 2 Ed., John Willey & Sons Inc, NewYork.
- De wiest R.J.M., (1985), **Geohydrology**, 2 Ed, John Willey & Sons Inc. NewYork.
- EL-Sayed, Hassan., Enani, Kamal., (1979), "Some Characteristics of The Rain Fall in Jeddah The Climate of Saudi Arabia", Local Climate Publication No. 1 Jeddah.
- EL-Sayed, Hassan., (1981), "On The Rain Fall of South Western Saudi Arabia", 5th Annual Meeting, Saudi Biogical Society, Coll Educ, King Saud Univ. Abha.
- F. J. Monkhouse., and John, Small., (1983), **A Dictionary of Geography and the Natural Enviroment**, 2 Ed, Librairie du Liban.
- Gregory, S., (1977), **Statistical Method and The Geographer**, London.
- Griffiths, Jhon., (1966), **Applied Climatology**, Oxford, Unive Press.
- Glover, and Others., (1954), "Asimple Method for Assessing" the Reliability of Rain fall J. of AGR. SC1. Vol. 43.
- Joint Agricultural, Research and Development., Ministry of Agri and Water, K.S.A.
- J. Kingston., (1991), **Illustrated Dictionary of Geography**, 1 Ed, Librairie du Liban.

- Ken, Yoshikawa, Fukuja, Yamamoto., (1994), "Ecological Studies on the "DIE-Back" Phenomenon of Juniper Forests in the Mountainous Areas of Asir, Saudi Arabia", Report to the NCWCD.
- Ken, Yoshikawa, Fukuja, Yamamoto., and Tarik M. AL-Abbasi., (1996), "The Second Report for Ecological Investigations of Juniperus Procera in Asir Region" NCWCD.
- lecaarpntier, C., (1975), L'évapotranspiration potentielle et ses implications géographiques, annales De Géographie, No. 464, LXXXIV<sup>e</sup> année-Juillet-Aout.
- Mather, John., (1974), **Climatology Fundamentals and applications**, McGraw Hill Book Company, London.
- Marija, J. Norusis., (1990), "SPSS/PC + Statistics" SPSS Inc.,
- Migahid, A. M., (1978), **Flora of Saudi Arabia**, Vol. 1, Dictyledons, 2 Ed, Riyadh Univ press, Riyadh.
- Migahid, A. M., (1978), **Flora of Saudi Arabia**, Vol. II, Monocotyledons, 2 Ed, Riyadh Univ press, Riyadh.
- Miller, A. G., and Cope, T. A., (1996), "Flora of the Arabian Peninsula and Socotra" Vol. 1. Edinburgh University Press in association with Royal Botanic Garden Edinburgh, Toyal Botanic Gardens, KEW.
- Mander, Raikes, and Marshall., (1976), "Point Rain Fall Characteristics of Saudi Arabia", Proc, In, Stn Civ. Engrs, Part 2, United Kingdom.
- Manning, H.L., (1956), "The Statistical Assessment of Rain Fall Probability and Lts Application to Uganda Agriculture", Proc. Roy. Sos B, 144 .
- Mather, John., R., (1977), "Work Book in Applical Climatology", V,xxx.
- National Wildlife Research Center, (N.W.R.C), "Research Report Study of Vegetation Recovery After Protection from Grazing", Taif, Saudi Arabia.
- Ott Lyman, Mendhall, W., J., (1990), "Understanding Statistics", 5 Ed, PWS-Kent, Boston.
- Raudkivi J.A., & Callander A. R., (1975), **Analysis of growd water flow** Unwin Brothers Ltd. Londo.
- Remenier As. G., (1972), **L'hydrologie deligenieur**, 3 Ed, Eyrolles, Paris.
- Roger, G, Barry, richard., J. Chorley., (1992), **Atmosphere Weather and Climate**, 6 Ed, Routledge, London and New York.
- Sabbage, M. K., (1982), "on The Climate of Saudi Arabia" Bull. Fac, Sci K. A.U. Vol. 6 Jeddah.

- Siraj, Ahmad, A., (1984), "Climate of Saudi Arabia", Fauna of Saudi Arabia.
- Siraj, Ahmad, A., (1980), "Aziab weather", General Directorate of Meteorology, Jeddah, Saudi Arabia.
- Sheila, Collenette., (1985), **An Illustrated Guide to the flowers of Saudi Arabia**, Publication, No.1 Meteorology and Environmental Protection Administration. King of Saudi Arabia.
- Shunji, Usui, Jica Expert and Tarik, AL-Abbasi., NCWCD, (1995) "The Current Status and 3-Year Plan of the Raydah Special Natural Reserve, the Kingdom of Saudi Arabia".
- Takao, Kikuchi, Jica Expert., (1995), "Current Ecological Status of the Raydah Special Nature Reserve, the Kingdom of Saudi Arabia", A Report to the National Commission for Wildlife Conservation and Development.
- Thornthwaite, C. W., (1948), "An approach towards arational Classification and climate", Geographical review, Vol.38.
- Todd, D.K., (1990), **Ground water Hydrology**, Ed.3, John Willey, & Sons Inc. New York.
- Thornthwaite, C. W., and J. R. Mathes., (1955), "The water budget and its use in irrigation in water yearbook of agriculture".
- Vesey-Fitzgerald, Desmond, Foster., (1999), **Studies on: Phytogeography of the Arabian Peninsula**, Translation and Comments by: Al-Nafie, Abdulatif H., No.6 Geographical Studies Research Papers in Geography, King Saud University- Riyadh.
- Wallen, C.C., (1966), "Arid Zone Meteorology" in E.S. Hilla ed, Arid Lands London : Methuen.
- Walton C. W., (1987), **Ground Water Resources Evaluation**, 2 Ed, Mc. Grow hill Book Company.
- **World Water balance and water resources of the earth**, Studies & reports in Hydrology, (1978), UNESCO.

## ملحق (أ) المفاهيم النظرية

١. التعريفات العامة للهطول.  
يتضمن هذا الجزء شرحاً للمصطلحات الواردة في الرسالة وقد روعي في ترتيبها أن تكون طبقاً لمحوري موضوع الرسالة.  
أ. الهطول Precipitation  
هو كل ما يسقط ماء من الغلاف الجوي على سطح الأرض في صورة سائلة أو صلبة على هيئة مطر أو ثلج أو برد أو ندى أو صقيع, J. Kingston, (1991).  
ب. الأمطار (مم).  
هي كمية بخار الماء المتكثف في أعلى التروبوسفير (J. Kingston, 1991) بسبب اختلاف درجة الحرارة بين المصدر (سطح الأرض) والغلاف الجوي والذي يتساقط على سطح الأرض على شكل قطرات مائية كبيرة يعجز الهواء عن حملها بسبب كبر حجمها، ووزنها وارتفاع كثافتها شرف، (١٩٧٤م). وتقاس عادة الأمطار بأجهزة خاصة Pluviograph / Pluviometer يعبر عنها بوحدة (مم).  
ج. الأمطار اليومية (مم).  
هي عبارة عن كمية الأمطار الساقطة خلال ٢٤ ساعة. ويعد اليوم مطيراً إذا كانت كمية الأمطار الساقطة فيه أكبر من ٠,١ مم.  
د. الأمطار الشهرية (مم).  
هي مجموع كميات الأمطار الساقطة في فترة ٣٠ أو ٣١ يوماً وهي الفترة الزمنية المتعارف عليها في تحديد أشهر السنة ما عدا شهر فبراير الذي يقدر مجموع أيامه بـ ٢٨ يوماً/أو ٢٩ يوماً.  
هـ. الأمطار الفصلية (مم).  
هي عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الساقطة خلال الفصل ٣ أشهر متوالية من كل سنة وهي الفترة الزمنية القياسية المعمول بها لكل فصل من فصول السنة. ويعرف فصل الخريف بالفترة التي تجمع شهور سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر، وفصل الشتاء بالفترة التي تجمع شهور ديسمبر - يناير - فبراير، وفصل الربيع بالفترة التي تجمع شهور مارس - إبريل - مايو، وفصل الصيف بالفترة التي تجمع شهور يونيو - يوليو - أغسطس وهذا ما تم اعتماده في هذه الرسالة.



و. الأمطار السنوية (مم).

هي عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الساقطة خلال الفترة الممتدة من أول يوم في أول الشهر من السنة مثل أول يوم من شهر يناير للسنة الميلادية.

٢. المعدلات المطلقة للأمطار.

المطلق يعرف لغوياً بأنه ما لا يقيد بقيد أو شرط أنيس، (١٩٩٢م)، وقد رأت الباحثة استخدام هذا المفهوم في هذه الدراسة للدلالة على أن المعدل المطلق يدل على المجموع التراكمي لكميات الأمطار سواء أكانت الشهرية أو الفصلية أو السنوية خلال فترة القياس المحددة في الدراسة والممتدة من ١٩٧٠ إلى ١٩٩٧م ولمدة ٢٨ سنة متصلة.

أ. المعدل المطلق للأمطار الشهرية (مم).

هو عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الشهرية الساقطة خلال فترة القياس مقسوماً على عدد أشهر تلك الفترة.

ب. المعدل المطلق للأمطار الفصلية (مم).

هو عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الساقطة في فصل ما خلال فترة القياس مقسوماً على عدد فصول تلك الفترة.

ج. المعدل المطلق للأمطار السنوية (مم).

هو عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الساقطة من أول يوم إلى آخر يوم من كل سنة خلال فترة القياس مقسوماً على عدد سنوات تلك الفترة.

٣. المعدلات الفعلية للأمطار

الفعلي يعرف لغوياً بأنه ما يوجد فعلاً في مقابل الممكن أنيس، (١٩٩٢م)، وقد رأت الباحثة استخدام هذا المفهوم في هذه الدراسة للدلالة على أن المعدل الفعلي يدل على المجموع التراكمي لكميات الأمطار الشهرية الممطرة أو الفصلية الممطرة أو السنوية الممطرة خلال فترة القياس.

أ. المعدل الفعلي للأمطار الشهرية (مم).

هو عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الشهرية الساقطة خلال فترة زمنية معينة مقسوماً على عدد الأشهر الممطرة خلال فترة القياس.

ب. المعدل الفعلي للأمطار الفصلية (مم).

هو عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الساقطة في فصل ما خلال فترة زمنية معينة مقسوماً على عدد الفصول المطيرة خلال فترة القياس.

- ج. المعدل الفعلي للأمطار السنوية (مم).  
هو عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الساقطة من أول يوم إلى آخر يوم من كل سنة لفترة زمنية معينة مقسوماً على عدد السنوات الممطرة خلال فترة القياس.
٤. الأمطار السنوية القصوى (مم).  
هي أعلى كمية أمطار مسجلة في نفس السنة الواحدة خلال فترة القياس.
٥. الأمطار السنوية الصغرى (مم).  
هي أدنى كمية أمطار مسجلة في نفس السنة الواحدة خلال فترة القياس.
٦. الركام. Cumulus  
هو نوع من السحب المنخفضة والمتراكمة، تنمو رأسياً على شكل قبة وذات قاعدة مسطحة، ويصاحبها هطول غزير عندما تكون حركة تصاعد السحب قوية.
٧. الانسياب. Advection  
يقصد به الاندفاع والتدفق وهو مصطلح يستخدم في علم المناخ للدلالة على سرعة حركة جزئيات الهواء مسار الرياح. أنيس، (١٩٩٢م).
٨. السفوح المواجهة أو المعرضة للأمطار. Wind Ward  
يشير هذا المصطلح إلى الجانب الذي يقابل الرياح السائدة التي تهب على منطقة معينة. كريل، (١٩٨٦م).
٩. السفوح المظاهرة أو الخلفية. Leeward  
يشير هذا المصطلح إلى الجانب الذي يكون محجوباً عن اتجاه الرياح السائدة التي تهب على منطقة معينة. كريل، (١٩٨٦م).
١٠. أدياباتيك. Adiabatic  
هو تبريد الهواء أثناء صعوده دون تبادل حراري مع الهواء المحيط به. J. Kingston، (1991).
١١. الآلية الأدياباتيكية.  
هي الآلية التي تتغير بها درجات حرارة الهواء أثناء تصاعده أو هبوطه دون تبادل حراري مع الهواء المحيط به.
١٢. الفئة. Category  
هي مسمى يطلق على مجموعة أشكال من الأشياء أو الأفعال أو العلاقات التي تظهر بصورة متسقة ومتكررة، أحمد، (١٩٩٣م). كما عرفت الفئة أيضاً بأنها مجموعات متشابهة لمفردات تنتمي إليها، يستفاد منها في تبويب البيانات الكمية في جداول أو أشكال بيانية. الصالح، (١٩٧٩م).

١٣. متوسط درجة الحرارة الشهري (م) Mean Monthly Temperature  
مجموع المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة لأيام الشهر مقسوماً على عدد أيامه. موسى، (١٩٨٦م).
١٤. معدل درجة الحرارة الشهري (م).  
هو عبارة عن مجموع متوسطات درجة الحرارة للشهر الواحد خلال فترة زمنية معينة مقسوماً على عدد سنوات تلك الفترة. الأيوبي، (١٩٨٨م).
١٥. المدى الحراري للمتوسط الشهري.  
هو عبارة عن الفرق بين متوسط درجة الحرارة الصغرى ومتوسط درجة الحرارة العظمى لشهور السنة الواحدة أو لمجموع شهور فترة زمنية معينة.
١٦. المدى الحراري للمعدل الشهري.  
هو عبارة عن الفرق بين أدنى معدل وأقصى معدل شهري لدرجة الحرارة خلال فترة الدراسة. موسى، (١٩٨٦م).
١٧. المتوسط الشهري لدرجة الحرارة العظمى المطلقة.  
هو مجموع قيم درجات الحرارة العظمى المطلقة لأيام الشهر مقسوماً على عدد أيامه.
١٨. المعدل الشهري لدرجة الحرارة العظمى المطلقة.  
هو مجموع متوسطات درجة الحرارة العظمى المطلقة الشهرية خلال فترة زمنية معينة مقسوماً على عدد سنوات تلك الفترة.
١٩. المتوسط الشهري لدرجة الحرارة الصغرى المطلقة.  
هو مجموع قيم درجات الحرارة الصغرى المطلقة لأيام الشهر مقسوماً على عدد أيامه.
٢٠. المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى المطلقة .  
هو مجموع متوسطات درجة الحرارة الصغرى المطلقة الشهرية خلال فترة زمنية معينة مقسوماً على عدد سنوات تلك الفترة.
٢١. التبخر/النتح الكامن. Potential Evapotranspiration  
عرفه ثورنثوايت بأنه كمية المياه المفقودة من التربة بالتبخر ومن النبات بالنتح في حالة وجود غطاء نباتي أخضر ومورد مائي دائم يمد التربة باستمرار ويجعلها مشبعة دائماً بالماء. Chang, J. H., (1977).
٢٢. التبخر/النتح الفعلي. Actual Evapotranspiration  
هو عبارة عن كمية المياه المتبخرة من التربة وتم نتحها فعلاً من النبات في ظل الظروف المحلية السائدة. ولذا تختلف كمية التبخر/النتح الفعلي باختلاف الظروف المناخية من منطقة لأخرى على سطح الأرض. موسى، (١٩٩٠م).

## ٢٣ . المحطة المناخية.

هي المحطة التي تحتوي على سجلات للعناصر المناخية كالإشعاع الشمسي وساعات السطوع الشمسي والحرارة والرطوبة النسبية والرياح والتبخر/النتح.

## ٢٤ . محطة قياس الأمطار.

هي المحطة التي تحتوي على سجلات لقياس كميات الأمطار الساقطة.

## ٢٥ . التربة. Soil

هي المادة المفتتة، التي تكون الطبقة العلوية من الغشاء الصخري، وتتألف من مزيج معقد من مواد معدنية وعضوية . ويدخل في تكوينها عدة عوامل هي: المادة الصخرية الأصلية والمناخ وانحدار سطح الأرض والكائنات الحية والزمن. توني، (١٩٦٤م).

## ٢٦ . السعة المائية الميسرة . Water Retention Difference

هي عبارة عن كمية المياه التي يمكن للتربة الاحتفاظ بها في المنطقة التي تتخللها جذور النباتات فيما بين ٠,٣٣ باراً إلى ١٥ باراً ، وتتميز بالسنتيمتر من المياه /سنتيمتر من التربة، وتحدد بعمق ١٥٠ سم أو ما يعادل عمق الطبقة غير المنفذة. أطلس التربة، (١٩٨٦).

## ٢٧ . النفاذية. Permeability

هي خاصية التربة التي تسمح للماء والهواء بالحركة لأسفل خلال قطاع التربة، والنفاذية المقاسة تدل على سرعة حركة الماء إلى أسفل في التربة المشبعة بالسنتيمتر/الساعة. الخريطة العامة للتربة، (١٩٨٦).

## ٢٨ . ماء الجاذبية الأرضية. Gravitational Water

الماء الفائض بعد تشبع التربة ولا تستطيع التربة الاحتفاظ به ضد قوى الجاذبية الأرضية فيستمر في التسرب حتى يصبح جزءاً من المياه الجوفية. مجاهد، (١٩٩٥م).

## ٢٩ . الماء الشعري. Capillary Water

هو مجموع الماء المتاح للتربة عندما تبلغ سعتها الحقلية وهو معرض للفقد إما مباشرة بالتبخر إلى الجو أو بصورة غير مباشرة عن طريق الامتصاص الجذري والنتح الورقي للنبات. مجاهد، وآخرون، (١٩٩٥م).

## ٣٠ . مستوى الماء الأرضي. Water Table

هو جزء من ماء الجاذبية الأرضية المتسرب تجمع واستقر ساكناً فوق طبقة صماء غير منفذة للماء ولا يستفيد منه النبات نظراً لوجوده بعيداً عن متناول الجذور. مجاهد، وآخرون، (١٩٩٥م).

**٣١. الفائض المائي. Water Surplus**

هو عبارة عن كمية المياه الفائضة عن الحاجة عندما تكون كمية الأمطار أكبر من كمية التبخر/النتح الكامن، وهو يساوي الفرق بين معدل الأمطار والتبخر/النتح الكامن في الأشهر التي يزيد فيها معدل الأمطار عن التبخر/النتح الكامن. وتقاس هذه الكمية للاستفادة منها بواسطة التخزين أو تحويلها لأغراض متعددة. ومن وجهة نظر الهيدرولوجي يحدث في هذه المرحلة نوع من التشبع لרטوبة التربة (Soil-moisture Recharge) وإذا ما زادت درجة التشبع يحدث نوع من التغذية لمخزون المياه في أسفل التربة أو ما يعبر عن (Ground Water Recharge). Chang, J. H., (1977).

**٣٢. العجز المائي. Water Deficit**

هو عبارة عن كمية المياه الناقصة الضرورية للنبات وهي تساوي الفرق بين التبخر/النتح الفعلي والتبخر/النتح الكامن في الأشهر التي يقل فيها معدل التبخر/النتح الحقيقي عن معدل التبخر/النتح الكامن، ومن وجهة نظر الهيدرولوجي يتم نقص تدريجي لרטوبة التربة، يعقبه نقص كامل يعبر عنه (Soil-moisture Deficiency). Chang, J. H., (1977)

**٣٣. استنزاف رطوبة التربة. Soil-moisture Depletion**

هي مرحلة انتقالية بين الفائض المائي والعجز المائي تحدث في الفترة النهائية لموسم الأمطار التي يكون فيها معدل الهطول الفعلي أقل من معدل التبخر الفعلي، مما يسبب فقدان التربة لجزء من رطوبتها، الأمر الذي يحول دون تسرب مياه الأمطار إلى المياه الجوفية. Thornwaite C.W. and J. R. Mathes, (1955).

**٣٤. الدورة الجيومورفولوجية. Geomorphology Cycle**

هي مجموعة التغيرات التي تتعاقب على سطح الأرض في ضوء التغيرات الجيولوجية والمناخية على مدى العصور الجيولوجية، وينتج عنها أشكال التضاريس الحالية. J. Kingston, (1991)

**٣٥. التعرية. Erosion**

هي عملية نحت الصخور وتفتيتها وتحريكها على سطح الأرض، وتشمل التجوية والإذابة بواسطة الماء والثلج وعمليات التآكل والحت الميكانيكي والنقل بواسطة الرياح. J. Kingston, (1991)

**٣٦. الجرف. Escarpment**

هو عبارة عن منحدر حاد أو حافة جبلية/هضبية متصلة شديدة الانحدار تعترض الامتداد

العام لأراض ذات سطح ينحدر انحداراً بسيطاً، حيث يتجمع أسفلها ركام صخري. وتتكوّن الجروف بفعل التعرية أو الصدوع الأرضية، أطلس التربة، (١٩٨٦م).

### ٣٧. الوادي . Wadi

هو أرض منخفضة محاطة بالتلال أو الجبال تجري فيها مياه المرتفعات المحيطة بها عقب سقوط الأمطار. مشرف، وآخرون، (١٩٩٤م).

### ٣٨. أودية متقطعة الجريان . Intermittent Wadis

هي أودية يجري فيها الماء بصورة غير مستمرة أي تحدث فقط بعد هطول الأمطار الموسمية ، مثل جريان الماء في الوديان الصحراوية. مشرف، وآخرون، (١٩٩٤م).

### ٣٩. رافد . Tributary

هو فرع نهر أو واد يصب في نهر أو واد آخر أكبر منه. مشرف، وآخرون، (١٩٩٤م).

### ٤٠. حوض التصريف . Drainage Basin

هو منطقة صرف متسعة الانخفاض تتدفق إليها جميع مصارف المياه من المناطق المجاورة المرتفعة ويرافق ذلك ترسيب للرواسب المنقولة مع هذه المياه المتجمعة في هذا الحوض. مشرف، وآخرون، (١٩٩٤م).

### ٤١. حوض تصريف شجري . Dendritic Drainage Basin

هو منطقة تصريف متفرعة الجداول والقنوات ، حيث تشبه قنواته تفرع أغصان الشجر. مشرف، وآخرون، (١٩٩٤م).

### ٤٢. الجريان . Run Off

هو حركة المياه التي تتحول إلى مياه جارية فوق وخلال منحدرات التلال على سطح الأرض بعد هطول الأمطار. وقد يكون الجريان سطحياً (Surface Run Off) دون أن يغوص داخل التربة. وتنتج عادة كمية المياه الجارية السطحية بعد التشبع الكلي للتكوينات الصخرية السطحية أو القريبة من السطح من أبعد نقطة (أعلى) إلى مصب (أدنى) الحوض بواسطة شبكة من المجاري المائية التي تنتهي إلى مجرى واحد هو المجرى الرئيس (الوادي أو النهر). أما الماء الذي يخترق التربة قبل الوصول إلى المجاري السطحية فيسمى تحت السطح (Sub-Surface Run Off). (J. Kingston, 1991)

### ٤٣. التوازن المائي في الدورة الهيدرولوجية . Water Balance

هو مجمل عناصر الإمداد المائي من خلال الهطول في مقابل عناصر الطرح المائي من خلال الجريان المائي السطحي وتحت السطحي والمياه الجوفية

والتبخر. UNESCO, (1978)

#### ٤٤. الجغرافيا الحيوية. **Biology Geography**

هي العلم الذي يهتم بدراسة التوزيع الجغرافي للكائنات الحية النباتية والحيوانية والأسباب التي أدت إلى وجود أنواع معينة منها في أقاليم معينة دون غيرها.

.F. J. Monkhouse, (1983)

#### ٤٥. الجغرافيا النباتية. **Phytogeography**

هي فرع من فروع الجغرافيا الحيوية التي تهتم بدراسة التشكيلات النباتية وتوزيعها على سطح الأرض. J. Kingston (1991)

#### ٤٦. الغطاء النباتي. **Vegetation**

هو مجموعات نباتية تنمو مع بعضها البعض في منطقة ما مكونة تجمعات نباتية.

.J. Kingston, (1991)

#### ٤٧. التوازن المائي في النبات . **Water Balance**

يشير التوازن المائي في النبات إلى التوازن الحاصل بين امتصاص النبات للماء من التربة، وفقدانه للماء عن طريق النتح. فالنبات لا يستطيع العيش إلا إذا كانت له القدرة على امتصاص ماء التربة بنفس السرعة التي تفقده بها. توني، (١٩٦٤م).

#### ٤٨. الكثافة النباتية. **Density of Plant**

يقصد بها وحدة النباتات في وحدة المساحة طبقاً لتقرير كلية الزراعة (كلية الزراعة، تقرير رقم ١٣/٢/٠٠١، ص ١٣). كالتالي :

- غابات كثيفة ويبلغ عدد الأشجار في الدونم أكثر من ١٦٠ شجرة .
- غابات متوسطة ويبلغ عدد الأشجار في الدونم من ١٠٠-١٦٠ شجرة .
- غابات متناثرة ويبلغ عدد الأشجار في الدونم ١٠٠ شجرة.

ملحق (ب)  
معدلات الأمطار المطفلة والفعلية الشهرية والقصية والسنوية لمحطات الدراسة ١٩٧٠ - ١٩٩٧م

اسم المحطة	معدلات الأمطار	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	مجم الشتاء	مجم الربيع	مجم الصيف	مجم الحريف	المجم السنوي
أبها	المتدل	٢٠,٩	٣٢,٢	٣٩,١	٥٩,٦	٤٠,٥	١٥,٣	٢٧,٠	٣٦,٥	٨,١	٨,٠	٦,٢	٦,٥	٥٩,٦	١٣٦,٢	٧٨,٧	٢٢,٢	٢٩٦,٨
	معدل ف	٢٩,٣	٤٧,٤	٥٢,١	٦٩,٠	٤٥,٤	٢٢,٥	٣١,٥	٣٧,٩	١١,٣	١٣,١	٨,٦	١٠,٧	٨٧,٤	١٦٦,٤	٩١,٨	٣٣,١	٣٧٨,٧
أبو جليلية	المتدل	٥,٤	٨,١	٨,٥	٢١,٠	١٣,٢	١,١	١,٥	٢,٢	١,٤	١,٥	٢,٢	٤,٤	١٧,٩	٤٢,٨	٤,٨	٥,٢	٧٠,٧
	معدل ف	٩,٥	٢٠,٦	١٠,٩	٢٥,٦	١٧,٧	٣,٨	٤,٢	٥,٢	٦,٦	٨,٦	٤,٨	١٧,٧	٤٧,٧	٥٤,١	١٣,١	١٩,٩	١٣٥,٠
أدنة	المتدل	١٨,٧	١٤,٨	٣٤,٦	٢٤,١	١٨,٦	١,٧	١,٦	٦,٢	١,٠	١,٠	٣,٢	١٣,٠	٤٦,٢	٧٧,٢	٩,٥	٥,٢	١٣٨,١
	معدل ف	٢٢,٨	٢٣,٨	٥٠,٩	٢٩,٤	٢٤,٧	٤,٩	٣,١	٩,١	٢,٥	٢,٦	٤,٩	٢٠,٢	٦٦,٨	١٠٥,٠	١٧,٠	١٠,٠	٢٩٨,٩
آل عامر	المتدل	١٥,٧	٢١,٥	٣٧,١	٥٥,٤	٥٠,٨	١٣,٢	٢٠,٠	٤٨,٦	٨,٦	٨,٩	٦,٣	٥,٣	٤٢,٥	١٤٢,٣	٨١,٨	٢٣,٨	٢٩١,٣
	معدل ف	٢٧,٥	٣٥,٤	٤٩,٥	٦٧,٥	٥٩,٢	٢٠,٦	٢٤,٣	٥٢,٣	١٥,١	٢٠,٧	١٩,٧	١٦,٤	٧٩,٣	١٧٦,٢	٩٧,٢	٥٥,٥	٤٠٨,١
بني ثور	المتدل	١,٨	٢,١	١٠,٠	٢٥,٠	١٤,٣	٥,١	٤,١	٧,٨	٣,٢	٢,١	٥,٠	٠,٣	٤,٢	٤٩,٣	١٧,٠	١,٠٣	٨٠,٩
	معدل ف	٩,٩	١١,٧	٢١,٥	٣٣,٣	٢٠,٠	٢٠,٥	١٩,٢	٢١,٨	١٣,٠	١٩,٣	٣٥,٢	٩,٥	٣١,١	٧٤,٩	٦١,٥	٦٧,٤	٢٢٥,٠
بني ماله	المتدل	٥,٥	١٣,١	٢٥,٧	٢١,٢	١٩,٣	٤,٨	١٦,٤	١٦,٢	٠,٥	١,٣	٣,٢	٤,٠	٢٢,٦	١١٩,٤	٨٠,٦	٥٩,٣	٣٤٤,٤
	معدل ف	٢٥,٩	٣٦,٦	٤٧,٩	٣٢,٩	٣٨,٦	١٢,٣	٤١,٦	٢٦,٧	٧,٥	٣٦,٨	١٥,١	٢٢,٦	٨٥,١	١١٩,٤	١٠٠,٦	١٠٠,٣	٣٤٤,٤
بيشة	المتدل	٤,١	٢,٨	١٣,٧	٣٤,٠	١١,٧	١,٢	٠,٢	٤,٤	٠,٠	١,٧	٢,٩	٣,٥	١٠,٤	٥٧,٥	٥,٧	٤,٦	٧٨,١
	معدل ف	١١,٤	٥,٦	١٦,٧	٣٧,٤	١٦,٤	٦,٥	١,٢	١٧,٦	٠,٣	٧,٧	١٠,١	١١,٠	٢٧,٩	٧٠,٥	٢٥,٣	١٨,١	١٤١,٧
بللسمر	المتدل	٢٧,٥	١٥,١	٤١,٢	١٠٦,١	٥٨,٥	٣,٣	١٨,٥	٢٠,٩	٥,٦	٢٧,٩	٣٦,٩	٣٨,٩	١١٦,٦	٢٦٤,٦	٤٩,٩	٧٠,٤	٥٠١,٦
	معدل ف	٤٥,٢	٣٢,٦	٦٤,٠	١٣٥,٠	٦٥,٥	١٨,٥	١٠,٦	٢٠,٩	١٠,٦	٢٧,٩	٣٦,٩	٣٨,٩	١١٦,٦	٢٦٤,٦	٤٩,٩	٧٠,٤	٥٠١,٦
تاجر	المتدل	٣,٨	٦,٣	١٤,٦	٣٠,٩	١٤,٤	٤,٧	١,٦	٨,١	١,١	٢,٥	٣,٦	٢,٣	١٢,٤	٥٩,٩	١٤,٤	٧,١	٩٣,٧
	معدل ف	١٥,١	٢٥,١	٤٠,٨	٥٧,٧	٣١,٠	٢٦,٤	١٤,٥	١٧,٥	٥,٩	٣٥,٠	٢٠,٠	١٥,٨	٥٦,١	١٢٩,٤	٥٨,٣	٦٠,٩	٣٠٤,٧
تباله	المتدل	٧,٨	٤,٩	١٨,٤	٣٦,٥	١٧,٩	٢,٩	٠,٢	٥,٧	٠,١	٣,٣	٤,٩	٥,٨	١٨,٥	٧٦,٨	٨,٨	٨,٣	١٠٨,٤
	معدل ف	١٨,٢	١١,٥	٣٠,٣	٥١,٢	٢٧,٨	٢٠,٤	٥,٠	٢٢,٨	٤,٠	١٥,٢	٢٧,٤	١٨,١	٤٧,٨	١٠٩,٣	٤٨,٢	٤٦,٥	٢٥١,٨
تليلف	المتدل	٤,٤	٢,٤	١٨,٠	٢٥,٥	٥,٣	٠,٢	٠,١	١,٢	٠,٢	٣,٥	١,٧	٠,٩	٧,٨	٤٨,٨	١,٥	٥,٣	٦٣,٥
	معدل ف	١١,٣	١٣,٦	١٢,١	٣٢,٥	٧,٤	١,٥	٠,٥	٥,٧	٣,٠	٢٤,٣	٩,٣	٤,٣	٢٩,٢	٦٠,٩	٧,٧	٣٦,٦	١٣٤,٤
تلدحة	المتدل	٦,٣	٨,٩	٢٧,٥	٣٢,٧	٣٦,٤	٥,٢	١٥,٤	٢١,٥	٣,٠	٢,٧	٧,٣	٤,٣	١٩,٥	٩٧,٦	٤٢,٢	١٣,٠	١٧٢,٣
	معدل ف	١٢,٧	٢٠,٧	٢٩,٦	٣٦,٢	٣٧,٨	٧,٣	١٦,٦	٢٢,٣	٧,٠	٧,٦	١٥,٨	١٧,٠	٥٠,٤	١٠٣,٧	٤٦,٢	٣٠,٤	٢٣٠,٧
تمنية	المتدل	٢٥,٠	٢٧,٦	٦١,٤	٧٥,٤	٥٣,٤	١٣,٠	٢٥,٢	٤٩,٤	٨,٤	١٧,٥	١٣,٢	١٥,٦	٦٨,١	١٩٠,٢	٨٧,٦	٣٩,١	٣٨٥,٠
	معدل ف	٣٨,٨	٤٥,٤	٨١,٩	٨٨,٠	٦٥,٠	١٩,١	٣٣,٦	٦٠,١	١٥,٧	٣٥,٠	٢٣,٠	٢٩,١	١١٣,٣	٢٣٤,٩	١١٢,٩	٧٣,٧	٥٣٤,٨



تابع ملحق (ب)  
معدلات الأمطار المطلقة والفعالية الشهرية والفصلية والسنوية لمحطات الدراسة ١٩٧٠ - ١٩٩٧م

اسم المحطة	معدلات الأمطار	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	مجم الشتاء	مجم الربيع	مجم الصيف	مجم الحريف	المجموع السنوي
تلوزمة	المدل	٣٢,٦	١٩,٤	٣٦,٤	٨٣,٠	٤١,١	٣,٤	١,٧	١٠,٧	٣,٩	٣,٩	١٠,٣	١٨,٤	٧٠,٣	١٦٠,٥	١٥٠,٨	١٨,١	٢٦٤,٧
	معدل ف	٤٣,٧	٤٩,٣	٦٣,٧	١١٠,٧	٥٧,٥	١٦,٠	٩,٦	٢٧,١	١٣,٦	٢١,٩	٢٢,٢	٤٦,٨	١٤٩,٨	٢٣١,٨	٥٢,٧	٥٧,٧	٤٩٢,١
الجوف	المدل	٣,٠	٢,٥	١٨,١	٢٦,٩	١٨,٨	٢,٢	٥,٤	٢,٤	٠,٠	١,٦	١,٩	١,٥	٧,٠	٦٣,٨	١٠,٠	٣,٦	٨٤,٤
	معدل ف	١٢,١	١٧,٢	٢٦,٧	٣٤,٢	٣١,٠	٢٠,٤	٢٥,٢	٣٤,٠	٠,٠	١٥,٣	١٠,٨	٤٢,٠	٧١,٢	٩١,٩	٧٩,٦	٢٦,١	٢٦٨,٨
الحرجة	المدل	٧,٠	١١,٤	٣٠,٩	٣٨,٧	٣٥,٤	٧,٠	٥,٠	٩,٦	٠,٠	٧,٠	٤,٨	٤,٣	٢٢,٧	١٠٤,٩	٢١,٧	١١,٨	١٦١,١
	معدل ف	٢٤,٥	٣٢,١	٥٧,٦	٦٠,١	٥٢,١	٦٥,٧	٢٣,٤	٣٠,٠	٠,٠	٦٥,٠	٢٢,٦	٣٠,٠	٨٦,٦	١٦٩,٩	١١٩,١	٨٧,٨	٤٢٣,١
الحينة	المدل	٣,٤	٥,٤	١٣,٠	٢٥,١	١٦,١	١,٨	٠,٥	٤,٢	٠,٠	١,٣	٣,٠	٣,٠	١١,٨	٥٤,٣	٦,٥	٤,٣	٧٦,٩
	معدل ف	٨,٧	١٠,١	١٧,٤	٢٩,٣	١٩,٦	١٢,٥	٣,٣	٢٣,٦	٠,٣	٥,٣	١١,٩	٨,٣	٢٧,٢	٦٦,٣	٣٩,٤	١٧,٦	١٥٠,٤
الحني	المدل	٤,٨	٤,٥	١٧,٨	٢٠,٦	٢٨,٠	٦,٢	٩,٩	١١,٤	٢,٦	٦,٣	٣,١	٣,٧	١٣,٠	٦٦,٤	٢٧,٥	١٢,١	١١٨,٩
	معدل ف	٧,١	٧,٤	٢١,٧	٢٣,٠	٣٠,٢	١٠,٣	١٢,٠	١٣,٣	٥,٧	١٤,٨	٦,٧	٧,٤	٢١,٩	٧٤,٩	٣٥,٥	٢٧,١	١٥٩,٤
خبين مشيط	المدل	١٥,٠	١٢,٩	٤٣,٢	٣١,٦	٣٦,٩	١٣,٧	٢٢,٥	٣٦,٥	٩,٠	٦,١	٨,٣	٧,٦	٣٥,٥	١١١,٧	٧٢,٧	٢٣,٤	٢٤٣,٤
	معدل ف	٢٣,٣	١٨,١	٤٦,٦	٣٢,٨	٣٨,٣	١٤,٧	٢٢,٥	٣٦,٥	١٢,٦	٩,٥	١٢,٢	١١,٢	٥٢,٦	١١٧,٦	٧٣,٨	٣٤,٣	٢٧٨,٣
خبير الجنوب	المدل	٧,٢	٤,٠	١٥,٠	٣٧,٣	٢١,٢	٣,٥	٢,٦	٤,٣	٠,٥	٤,٤	٤,٧	١,٣	١٢,٥	٧٣,٥	١٠,٣	٩,٧	١٠٦,٠
	معدل ف	٢٥,٣	١٨,٦	٢٤,٦	٤٩,٨	٣٣,٠	١٣,٨	١٤,٦	١٤,٩	٣,٥	٢٠,٧	١٨,٩	١١,٧	٥٥,٧	١٠٧,٤	٤٣,٣	٤٣,١	٢٤٩,٥
الزهراء	المدل	١٠,٠	١١,٢	٢٧,٤	٦٤,٤	٧٣,٦	٩,٨	٨,٨	١٣,٩	٥,٣	١٢,٢	١٥,٤	٨,٢	٢٩,٤	١٦٥,٤	٣٢,٥	٣٢,٩	٢٦٠,٣
	معدل ف	٢٨,٠	٢٦,٢	٣٨,٤	٧٥,١	٧٩,٣	١٨,٢	١٤,٥	١٩,٥	١٦,٥	٤٢,٨	٣٩,١	٣٢,٨	٨٧,٠	١٩٢,٨	٥٢,٢	٩٨,٤	٤٣٠,٥
سراة عبيدة	المدل	٨,٩	١٧,٤	٢٦,١	٢١,٥	٢١,٧	٤,٨	٩,٣	٦,٥	٣,٨	١,٣	٢,٥	٣,٥	٢٩,٧	٦٩,٣	٢٠,٦	٧,٦	١٢٧,٣
	معدل ف	١٥,٥	٢٧,١	٣٦,٦	٢٥,٠	٢٦,٤	٧,١	١٣,١	٨,٢	١٠,٥	٧,٥	٥,٩	٦,١	٤٨,٧	٨٨,٠	٢٨,٤	٢٣,٩	١٨٩,٠
سر لحسان	المدل	٢١,٩	٢٤,٠	٥٧,٠	٤٠,٢	٣٠,٧	٨,٨	٢٠,٨	٣١,٥	٨,٧	٧,٩	٦,٥	٦,٩	٥٢,٨	١٢٧,٩	٦١,١	٢٣,١	٢٦٤,٨
	معدل ف	٢٢,٧	٣٢,٠	٥٩,١	٤٦,٩	٣٠,٧	٩,٩	٢٢,٤	٣١,٥	١٢,٨	١٢,٣	٨,٢	٩,٧	٦٤,٤	١٣٦,٦	٦٣,٨	٣٣,٣	٢٩٨,١
السودة	المدل	١٨,٢	١٨,٠	٣٢,٤	٥١,٥	٥٧,٩	١٣,٦	٢٨,٠	٦٢,٦	٢١,٠	٨,٠	١٠,٤	١٠,٤	٤٦,٦	١٤٢,٨	١٠٤,٢	٣٩,٤	٣٣٢,٩
	معدل ف	٣٣,٩	٤٥,٩	٥١,٩	٧٢,٢	٧٠,٤	٢٥,٤	٣٩,٢	٧٣,٠	٢٥,٦	٢٢,٤	٢٤,٣	٢٩,١	١٠٨,٩	١٩٤,٥	١٣٧,٦	٧٧,٢	٥١٣,٢
سبت العلايا	المدل	١٤,٤	١٣,٠	٢٩,٤	٥٩,٢	٣٠,٨	٥,٦	٧,٨	١٦,٤	٥,٥	٣,٤	١٠,٩	١٢,٤	٣٩,٨	١١٩,٥	٢٩,٨	١٩,٨	٢٠٨,٨
	معدل ف	١٩,٢	١٨,٢	٣٩,٢	٦٩,١	٣٣,٢	٩,٢	١١,٠	١٧,٦	٨,٠	٦,٣	١٤,٦	١٨,٢	٥٥,٦	١٤١,٥	٣٧,٨	٢٨,٩	٢١٣,٩
صبح للحمير	المدل	١٥,٤	١٢,٨	٣٦,٥	٨١,٥	٣٠,٧	١,٨	٨,٥	٢٠,١	٣,١	٥,٠	٨,٩	١١,٢	٣٩,٤	١٤٨,٧	٣٠,٤	١٧,٠	٢٢٥,٥
	معدل ف	١٩,٦	٢٢,٥	٤٢,٦	٩١,٣	٣٤,٤	٥,٧	١٣,٩	٢٦,٧	٧,٩	١٩,٨	٢٠,٨	٣١,٣	٧٣,٣	١٦٨,٣	٤٦,٤	٤٨,٦	٣٦٦,٥

تابع ملحق (ب)  
معدلات الأمطار المطلقة والفعلية الشهرية والفصلية والسنتوية لمعدلات الدراسة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

اسم الخطه	معدلات الأمطار	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	مجم الشتاء	مجم الربيع	مجم الصيف	مجم الحريف	المجم السنتوي
صمخ	المتدل	٢,٢	١,٥	٩,٥	٢١,٩	٩,٢	٠,٣	٢,٦	٣,٢	٠,٠	١,٨	١,١	٠,٧	٤,٤	٤٠,٧	٦,١	٣,٠	٥٤,٢
	معدل ف	٧,٧	٤,٢	١١,٦	٢٩,٣	١١,٨	٣,٠	١٠,٣	٩,٠	٠,٦	١٠,٢	٤,٥	٢,٦	١٤,٤	٥٢,٦	٢٢,٣	١٥,٣	١٠٤,٦
ظهران الجنوب	المتدل	١٠,٥	١٠,٥	٣٧,٦	٤٩,٥	٢٧,٢	٤,٨	٧,٤	١٩,٠	٠,٣	٧,١	٢,٢	٥,٥	٢٦,٤	١١٤,٤	٣١,٢	٩,٧	١٨١,٦
	معدل ف	١٨,٣	١٧,٢	٤٥,٨	٥٣,٤	٣٦,٢	١٩,٢	١٥,٩	٢٦,٦	١,١	٢٤,٩	١٥,٥	١٧,١	٥٢,٧	١٣٥,٤	٦١,٧	٤١,٥	٢٩١,٢
عبالة	المتدل	٢٠,١	١٠,٠	٤٣,٣	٥٧,٠	٣٠,١	٣,١	١٠,١	١٠,١	١,٥	٤,٦	٦,٦	٩,٠	٣٩,١	١٣٠,٤	٢٣,٣	١٢,٧	٢٠٥,٥
	معدل ف	٢٤,٥	١٣,٤	٥٥,٢	٦٩,٤	٤٤,٤	٨,٠	٢٠,١	١٧,٦	٣,٩	١٢,٨	١٤,٢	١٩,٣	٥٧,٢	١٦٩,٠	٤٥,٧	٣٠,٨	٣٠٢,٧
علكم	المتدل	١٠,٨	١٥,٦	٢٦,٤	٥٩,٧	٦٣,٧	١٩,٥	٢٩,٠	٧٠,٧	٢٢,٣	٧,٠	٦,٠	٢,١	٢٨,٤	١٤٩,٨	١١٩,٢	٣٥,٣	٣٢٢,٧
	معدل ف	١٨,٩	٢٩,٠	٣٨,٩	٧٦,٠	٧٤,٣	٢٨,٨	٣٣,٨	٧٠,٧	٣٤,٧	١٩,٥	١٥,٣	٧,٤	٥٥,٢	١٨٩,٢	١٣٣,٣	٦٩,٥	٤٤٧,٣
الماولين	المتدل	١,٧	٢,٢	١٩,٢	٣٧,٥	٢٩,١	٢,٢	٤,٨	١٢,٧	١,٠	٣,٩	٤,٥	٧,٣	١١,٢	٨٥,٨	١٩,٨	٩,٤	١٢٦,٢
	معدل ف	٦,٨	١٢,٣	٤٨,٩	٥٢,٥	٤٢,٩	١٥,٦	٢٢,٦	٢٩,٦	٥,٧	٣٦,٧	١٥,٦	٦٨,١	٨٧,٢	١٤٤,٣	٦٧,٨	٥٨,٠	٣٥٧,٢
م. نبي عمرو	المتدل	١٩,٣	١٧,١	٢٩,٣	٤٩,٥	٤٣,٦	١,٤	٤,٥	١٥,٠	٠,٨	٤,٢	٧,٥	٢١,٣	٥٧,٧	١٢٢,٥	٢٠,٨	١٢,٥	٢١٣,٥
	معدل ف	٢٠,٨	٢٢,٨	٣٥,٧	٥١,٤	٤٧,٠	٣,٥	٦,٦	١٩,٩	١,٥	٧,٤	١٠,٠	٢٩,٨	٧٣,٤	١٣٤,٠	٣٠,٠	١٨,٩	٢٥١,٣
الناصر	المتدل	٤٥,٣	٣٢,٢	٥٨,٤	٨٩,٥	٥٤,٤	١٢,١	١٨,٠	٢٠,٩	١,١	١٢,٩	٢٦,٤	٤٧,٠	١٢٤,٥	٢٠٢,٣	٥١,٠	٤٠,٤	٤١٨,٣
	معدل ف	٤٨,٨	٤١,٠	٦٢,٩	٩٢,٨	٥٤,٤	٢١,١	٢١,٩	٢٤,٤	٢,١	٢١,٢	٣٣,٦	٥٠,٦	١٤٠,٤	٢١٠,١	٦٧,٤	٥٧,٠	٤٧٤,٩
و. ابن هشيل	المتدل	٥,٢	٤,٠	١١,٤	١٤,٧	١١,٢	٠,٨	٥,٩	٧,٤	١,١	٢,٠	٣,٩	٠,٢	٩,٤	٣٧,٣	١٤,٠	٦,٩	٦٧,٦
	معدل ف	١٦,٠	١٤,١	١٧,٧	١٨,٧	١١,٦	٢,٧	١٣,٧	١١,٥	٤,٢	٥,٥	١٥,٤	٢,٠	٣٢,١	٤٨,١	٢٧,٩	٢٥,١	١٣٣,٣
يعري	المتدل	٠,٩	٣,٢	٢١,٣	٤٨,٠	١٦,٧	٢,٧	١٣,٤	٢,٤	٠,٤	٢,٤	٥,٤	٤,٨	٩,٠	٨٥,٩	١٨,٤	٨,١	١٢١,٥
	معدل ف	٥,١	٩,٩	٤٥,٨	٦٣,٩	٣١,٢	٢٥,٠	٧٤,٨	٩,٦	١٠,٢	١٦,٥	٢٥,٢	٤٥,٢	٦٠,٢	١٤٠,٩	١٠٩,٤	٥١,٩	٣٦٢,٥

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

## ملحق (ج) المعادلات الرياضية

\* - طريقة تيسن لتصحيح البيانات.

الخطوات التالية توضح كيفية استخدام طريقة تيسن والتراكم المزدوج لتصحيح القيم

الشهرية والسنوية لقياسات الأمطار :

١. إكمال قياسات الأمطار لشهر يناير عام ١٩٧٧م بمحطة أبها التي تقع على ارتفاع ٢٢٠٠م

بواسطة قياسات الأمطار لشهر يناير عام ١٩٧٧م بمحطة علكم التي تقع على ارتفاع

٢٢٠٠م وضمن نفس محطة التأثير حسب طريقة تيسن (Thiessen) اعتماداً على طريقة

التراكم المزدوج لشهر يناير بالمحطتين خلال الفترة يناير ١٩٧٠م - ديسمبر ١٩٩٧م.

- بلغ المجموع التراكمي لقياس الأمطار في شهر يناير لمحطة أبها = ٤٣٧,٥ مم/سنة.

- بلغ المجموع التراكمي لقياس الأمطار في شهر يناير لمحطة علكم = ٢٦٣,٢ مم/سنة.

- أمطار شهر يناير عام ١٩٧٧م بمحطة علكم = ٢٩,٣ مم/سنة.

$$\text{معامل التصحيح (أ)} = \frac{437.5 \text{ مم}}{263.5 \text{ مم}} = 1.6$$

- إكمال أمطار شهر يناير بمحطة أبها = ١,٦ × ٢٩,٣ مم = ٤٦,٨ مم للتقريب = ٤٧,٠ مم.

٢. إكمال قياسات الأمطار لشهر إبريل ١٩٧٧م بمحطة أبها بواسطة قياسات الأمطار لشهر

إبريل عام ١٩٧٧م بمحطة علكم.

- بلغ المجموع التراكمي لقياسات الأمطار في شهر إبريل لمحطة أبها = ١٥٥٩,١ مم/سنة.

- بلغ المجموع التراكمي لقياسات الأمطار في شهر إبريل لمحطة علكم = ١٦٢٩,٥ مم/سنة.

- أمطار شهر إبريل عام ١٩٧٧م بمحطة علكم = ٢٠,٩ مم/سنة.

$$\text{معامل التصحيح (أ)} = \frac{1559.1 \text{ مم}}{1629.5 \text{ مم}} = 0.95$$

( ٣٤٢ )

- إكمال أمطار شهر إبريل عام ١٩٧٧م بمحطة أبها =  $٠,٩٥ \times ٢٠,٩ \text{ مم} = ١٩,٨$   
مم للتقريب = ٢٠,٠ مم.

- وبذلك يصبح المجموع التراكمي لقياسات الأمطار في الشهور الناقصة لعام ١٩٧٧م  
(يناير + إبريل) لمحطة أبها بعد تصحيح قياسات الأمطار

= المجموع التراكمي لشهر يناير قبل التصحيح + كمية قياسات الأمطار  
المصححة لشهر يناير

$$= ٤٣٧,٥ \text{ مم} + ٤٧,٠ \text{ مم} = ٤٨٤,٥ \text{ مم/سنة.}$$

المجموع التراكمي لشهر إبريل قبل التصحيح + كمية قياسات الأمطار المصححة  
لشهر أبريل

$$= ١٥٥٩,١ \text{ مم} + ٢٠,٠ \text{ مم} = ١٥٧٩,١ \text{ مم/سنة.}$$

\*- طرق تقدير التبخر/النتح.

#### أ- معادلة بلاني وكريدل Blaney and Criddle

تعتمد هذه المعادلة في تقديرها لكمية التبخر/النتح على عنصر الحرارة وكمية  
استهلاك النباتات للمياه ونسبة السطوع الشمسي (Lecarpentier, C., 1975)، كما توضحه  
المعادلة الأساسية لها :

$$ETP = Ktp/100$$

بحيث يمثل :

ETP = كمية التبخر/النتح الكامن (بوصة).

K = معامل استهلاك النبات للماء وهو يتراوح بين ٠,٥ و ٠,٩ .

t = معدل درجة الحرارة للفترة المدروسة ( $F^0$ ) .

p = نسبة السطوع الشمسي للفترة إلى كمية السطوع الشمسي السنوي.

#### ب- معادلة هولدريدج Holdridge

وتعتمد هذه المعادلة على عنصر الحرارة في تقدير التبخر/النتح

(Lecarpentier, C., 1975) وفقاً للمعادلات الأساسية التالية :

$$ETP = 5 t \quad [1]$$

وهي خاصة بشهور السنة من فئة ٣١ يوماً.

$$ETP = 4.84 t \quad [2]$$

وهي خاصة بشهور السنة من فئة ٣٠ يوماً.

$$ETP = 4.56 t \quad [3]$$

وهي خاصة بشهر فبراير، بحيث يمثل  $t$  = معدل درجة الحرارة الشهري (°م).

### ج- معادلة بنمان Penman

وتعتمد هذه المعادلة على عنصري الرياح وبخار الماء في حساب كمية التبخر/نتح Lecarpentier, C.,(1975) وفقاً للمعادلة الأساسية :

$$ETP = 0.22 \times 10^{-3} (q_s - q) (0.93 + u_2)$$

بحيث يمثل :

$ETP$  = كمية التبخر/النتح الكامن بوحدة (كلغ/م<sup>٢</sup>/يوم).

$q_s$  = نسبة الرطوبة (بخار الماء) للهواء المشبع عند درجة حرارة مماثلة لدرجة حرارة المسطح المائي المتبخر.

$q$  = نسبة الرطوبة (بخار الهواء) للهواء فوق المسطح المائي المتبخر.

$u_2$  = سرعة الرياح (م/ثا) على ارتفاع ٢ م من السطح المائي المتبخر.

### د- معادلة ثورنثوايت Thornthwaite

تعتمد هذه المعادلة في تقديرها لكمية التبخر/النتح على عنصر الحرارة Lecarpentier, C.,(1975) اعتماداً على الصيغة التالية :

$$ETP = Ct^a$$

بحيث يمثل :

$ETP$  = كمية التبخر/النتح الكامن (مم/شهر).

$C$  = ثابت يساوي ١,٦

$t$  = متوسط درجة الحرارة الشهري (°م).

$a$  = ثابت ويحسب بواسطة المعادلة الآتية :

$$a = (1.6 / 100) I + 0.5$$

بحيث يمثل  $I$  مجموع قيم المعامل الحراري  $i$  لكل شهور السنة وهو يحسب كما يلي :

$$i = (t / 5)^{1.514}$$

وعليه بحيث يمثل  $t$  المعدل الشهري للحرارة (°م).

وعليه تصبح الصيغة النهائية لمعادلة ثورنثوايت كالتالي :

$$ETP = [1.6 (10t / I)^a]$$

## ملحق (هـ)

## معدل الأمطار للفئات السنوية في محطات الدراسة ١٩٧٠ - ١٩٩٧م

الفئات	اسم محطة	الارتفاع (م)	البعد عن البحر (كم)	اتجاه السفوح	المعدل المطلق للأمطار (مم)	المعدل الفعلي للأمطار (مم)	الأمطار الأقصى مم	السنة	الأمطار الصغرى مم	السنة
الأولى	النماص	٢٦٠٠	١٣٣	الغربية	٤١٨,٣	٤٧٤,٩	٨٧٦,٠	١٩٩٥	٢٢٥,٢	١٩٨٤
	تمنية	٢٣٠٠	١٢٥	الجنوبية	٣٨٥,٠	٥٣٤,٨	٧٢٩,٠	١٩٧٢	١٦,٠	١٩٧٤
	السودة	٢٨٢٠	٩٥	الشمالية	٣٣٢,٩	٥١٣,٢	٦١٤,٤	١٩٧٦	٢,٦,٠	١٩٧٣
	بلمسر	٢٢٥٠	١٢٠	الشمال الشرقي	٣٠٢,٦	٥٠١,٦	٥٦٨,٢	١٩٨٩	٥٤,٠	١٩٧٣
	سر لعصان	٢١٠٠	١١٥	الشمالية	٢٦٤,٨	٢٩٨,١	٥٢٩,٠	١٩٧٠	٨٦,٦	١٩٧٧
	علكم	٢٢٠٠	١١٣	الشمالية	٣٣٢,٧	٤٤٧,٣	٣٣٥,٠	١٩٨٩	١٥٩,٣	١٩٨٤
	آل عامر	٢٢٥٠	١٣٨	الشرقية	٢٩١,٣	٤٠٨,١	٥٣٠,٨	١٩٩٧	٨٩,٠	١٩٨٤
	أها	٢٢٠٠	١١٣	الشرقية	٢٩٦,٨	٣٧٨,٧	٥١٩,٥	١٩٨٥	٧٢,٠	١٩٨٤
	خميس مشيط	٢٠٩٥	١٣٨	الشمالية	٢٤٣,٤	٢٧٨,٣	٧٣٠,٩	١٩٧٠	٧٩,٠	١٩٨١
الثانية	الخرجة	٢٣٥٠	١٨٨	الشمال الشرقي	١٦١,١	٤٦٣,١	٥٨١,٠	١٩٩٧	٣١,٠	١٩٨٧
	تنومة	٢١٠٠	١٠٠	الشمال الشرقي	٢٦٤,٧	٤٩٢,١	٥٩٨,٥	١٩٩٥	١٣,٤	١٩٨٤
	الزهران	٢٤٠٠	١٠٠	الشرقية	٢٦٠,٣	٤٣٠,٥	٦١٩,٣	١٩٩٧	٦١,٠	١٩٨٨
	صبح بللحمر	٢٢٠٠	١١٣	الشمالية	٢٣٥,٥	٣٣٦,٥	٣٥٨,٥	١٩٨٩	٢٥,٦	١٩٩٢
	سبت العلايا	١٨٥٠	١١٣	الشمالية	٢٠٨,٨	٢٦٣,٩	٦٤٦,٦	١٩٧٥	٢٢,٨	١٩٧١
	عبالة	٢٤٨٠	١١٨	الشمالية	٢٠٥,٥	٣٠٢,٧	٤٤٨,٥	١٩٧٨	١٦,٠	١٩٨٤
	مركز بني عمرو	١٢٠٠	١١٥	الشمالية	٢١٣,٥	٢٥٦,٣	٤٤٨,٤	١٩٧٦	٧٦,٨	١٩٨٢
	تندحة	١٩٠٠	١٦٣	الشمالية	١٧٢,٣	٢٣٠,٧	٣٣٨,٢	١٩٩٢	٧٥,٢	١٩٧٤
	ظهران الجنوب	٢٠٢٠	١٦٣	الشرقية	١٨١,٦	٢٩١,٢	٣٢٧,٣	١٩٩٢	٢٩,٠	١٩٨٤
الثالثة	بني مالك	١٩٨٠	١٠٨	الشمال الغربي	١٣١,٣	٣٤٤,٤	٣١٧,٧	١٩٨٠	٣,٠	١٩٩١
	يعرى	١٨٨٠	١٨٨	الشمالية	١٢١,٥	٣٦٢,٥	٣٠,١	١٩٨١	١٥,٥	١٩٧٠
	الماوين	٢١٥٠	١٤٥	الشمال الغربي	١٢٦,٢	٣٥٧,٢	٣٥٢,٩	١٩٧٦	٦,٢	١٩٨٢
	بني ثور	١٧٠٠	١٦٣	الشمال الغربي	٨٠,٩	٢٣٥,٠	٢٥٢,٣	١٩٩٧	٦,٢	١٩٧٧
	الجوف	٢٠٦٠	٢٠٠	الشمالية	٨٤,٤	٢٦٨,٨	١٩٧,١	١٩٨٦	٣,٣	١٩٨٠
	تاجر	٢٣٠٠	١٢٥	الشمالية	٩٣,٧	٣٠٤,٧	٢٥٥,٣	١٩٩٧	١,٢	١٩٧٧
	خير الجنوب	١٦٥٠	١٨٨	الشمالية	١٠٦,٠	٢٤٩,٥	٢٧٧,٣	١٩٨٢	١١,٠	١٩٧٨
	أدمة	١٨٥٠	١٣٨	الشمالية	١٣٨,١	١٩٨,٩	٤٨٢,٨	١٩٨٩	١٣,٢	١٩٨٨
الرابعة	تبالة	١٠٢٠	٢٠٠	الشمال الغربي	١٠٨,٤	٢٥١,٨	٤٥٥,١	١٩٧٥	١١,٠	١٩٧٩
	سراة عبيدة	٢٤٠٠	١٧٥	الشمال الشرقي	١٢٧,٣	١٨٩,٠	٣٩٠,٨	١٩٧٢	٠,٢	١٩٩١
	الحي	٢٠٨٠	١٣٠	الشمالية	١١٨,٩	١٥٩,٤	٢٨٦,٥	١٩٩٧	١٣,٨	١٩٩٦
	الحيفة	١٠٩٠	٢٢٥	الشمالية	٧٦,٩	١٥٠,٤	٢٩٣,٠	١٩٧٥	٢,٤	١٩٧٩
الخامسة	أبو حنية	١٦٥٠	١٧٥	الشمالية	٧٠,٧	١٣٥,٠	٢٧٠,٨	١٩٧٤	١٢,٠	١٩٧٣
	بيشة	١٠٢٠	٢٥٠	الشمال الشرقي	٧٨,١	١٤١,٧	٢٢٣,٨	١٩٧٥	١١,٤	١٩٩٣
	وادي ابن هشيل	١٦٥٠	١٣٣	الشمال الغربي	٦٧,٧	١٣٣,٣	١٥٧,٤	١٩٩٧	٦,٠	١٩٩٥
	تثليث	٩٧٥	٢٨٨	الشمالية	٦٣,٥	١٣٤,٤	١٢٠,٢	١٩٧٧	١٢,٦	١٩٨٤
	صمخ	١٤٨٠	٢٥٠	الشمالية	٥٤,٢	١٠٤,٦	١٣٧,٦	١٩٧٨	١,٠	١٩٨٤

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

نسبة إسهام معدل الأمطار الفصلية المطلقة والعلوية في المعدلات السنوية في محطات الدراسة ١٩٧٠م - ١٩٩٧م ملحق (و)

الفترة	اسم الخط	الارتفاع (م)	العدد من الجمر كم	التجاه	فصل الشتاء				فصل الربيع				فصل الصيف				فصل الخريف				المجموع السنوي	
					مطلق	(%)	فصلي	(%)	مطلق	(%)	فصلي	(%)	مطلق	(%)	فصلي	(%)	مطلق	(%)	فصلي	(%)	المتوسط	الفصلي
الأولى	النماص	٢٦٠٠	١٢٢	الغربي	١٢٤,٥	٣٠	١٤٠,٤	٣٠	٢٠٢,٣	٤٨	٢١٠,١	٤٤	٥١,٠	١٢	٦٧,٤	١٤	٤٠,٤	١٠	٥٧,٠	١٢	٤١٨,٣	٤٧٤,٩
	تمنية	٢٣٠٠	١٢٥	الجنوبي	٦٨,١	١٨	١١٣,٣	٢١	١٩٠,٣	٤٩	٢٢٤,٩	٤٤	٨٧,٦	٢٣	١١٢,٩	٢١	٣٩,١	١٠	٧٣,٧	١٤	٣٨٥,٠	٥٣٤,٨
	بلسمر	٢٢٥٠	١٢٠	ش. الشرقي	٥٩,٣	٢٠	١١٦,٦	٢٣	٢٠٥,٨	٦٨	٢١٤,٦	٥٣	١٦,٤	٥	٤٩,٩	١٠	٢١,٢	٧	٧٠,٤	١٤	٣٠٢,٦	٥٠١,٦
	تقومة	٢١٠٠	١٠٠	ش. الشرقي	٧٠,٣	٢٧	١٤٩,٨	٣٠	١٦٠,٥	٦١	٢٣١,٨	٤٧	١٥,٨	٦	٥٢,٧	١١	١٨,١	٧	٥٧,٧	١٢	٢٦٤,٧	٤٩٢,١
الثانية	علكم	٢٢٠٠	١١٣	الشمالية	٢٨,٤	٩	٥٥,٢	١٢	١٤٩,٨	٤٥	١٨٩,٢	٤٢	١١٩,٢	٣٦	١٣٣,٣	٣٠	٣٥,٣	١١	٦٩,٥	١٦	٣٣٢,٧	٤٤٧,٣
	ص. بلعمر	٢٢٠٠	١١٣	الشمالية	٣٩,٤	١٧	٧٣,٣	٢٢	١٤٨,٧	٦٣	١٦٨,٣	٥٠	٣٠,٤	١٣	٤٦,٤	١٤	١٧,٠	٧	٤٨,٦	١٤	٢٣٥,٥	٣٣٦,٥
	سبت الملا	١٨٥٠	١١٣	الشمالية	٣٩,٨	١٩	٥٥,٦	٢١	١١٩,٥	٥٧	١٤١,٥	٥٤	٢٩,٨	١٤	٣٧,٨	١٤	١٩,٨	٩	٢٨,٩	١١	٢٠٨,٨	٢٦٣,٩
	آل عامر	٢٢٥٠	١٣٨	الشرقية	٤٢,٥	١٥	٧٩,٣	١٩	١٤٣,٣	٤٩	١٧٦,٢	٤٣	٨١,٨	٢٨	٩٧,٢	٢٤	٢٣,٨	٨	٥٥,٥	١٤	٢٩١,٣	٤٠٨,١
	خ. مشيط	٢٠٩٥	١٣٨	الشمالية	٣٥,٥	١٥	٥٢,٦	١٩	١١١,٧	٤٦	١١٧,٦	٤٢	٧٢,٧	٣٠	٧٣,٨	٢٧	٢٣,٤	١٠	٣٤,٣	١٢	٢٤٣,٤	٣٧٨,٣
	الزهرراء	٢٤٠٠	١٠٠	الشرقية	٢٩,٤	١١	٨٧,٠	٢٠	١٦٥,٥	٦٤	١٩٢,٨	٤٥	٣٢,٥	١٢	٥٢,٢	١٢	٣٢,٩	١٣	٩٨,٤	٢٣	٢٦٠,٣	٤٣٠,٥
	السودة	٢٨٢٠	٩٥	الشمالية	٤٦,٦	١٤	١٠٨,٩	٢١	١٤٢,٨	٤٣	١٩٤,٥	٣٨	١٠٤,٢	٣١	١٣٧,٦	٢٧	٣٩,٤	١٢	٧٢,٢	١٤	٣٣٢,٩	٥١٣,٢
	سر لصان	٢١٠٠	١١٥	الشمالية	٥٢,٨	٢٠	٦٤,٤	٢٢	١٢٧,٩	٤٨	١٣٦,٦	٤٦	٦١,١	٢٣	٦٣,٨	٢١	٢٣,١	٩	٣٣,٣	١١	٢٦٤,٨	٢٩٨,١
	أليها	٢٢٠٠	١١٣	الشرقية	٥٩,٦	٢٠	٨٧,٤	٢٣	١٣٦,٢	٤٦	١٦٦,٤	٤٤	٧٨,٧	٢٧	٩١,٨	٢٤	٢٢,٢	٧	٣٣,١	٩	٢٩١,٨	٣٧٨,٧
	م. بني عمرو	١٢٠٠	١١٥	الشمالية	٥٧,٧	٢٧	٧٣,٤	٢٩	١٢٢,٥	٥٧	١٣٤,٠	٥٢	٢٠,٨	١٠	٣٠,٠	١٢	١٢,٥	٦	١٨,٩	٧	٢١٢,٥	٢٥٦,٣
الثالثة	يعري	١٨٨٠	١٨٨	الشمالية	٩,٠	٧	٦٠,٢	١٧	٨٥,٩	٧١	١٤٠,٩	٣٩	١٨,٤	١٥	١٠٩,٤	٣٠	٨,١	٧	٥١,٩	١٤	١٢١,٥	٣٦٢,٥

نسبة إسهام معدل الأمطار الفصلية المطلقة والفعلية في المعدلات السنوية في محطات الدراسة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م  
تابع ملحق (و)

الفترة	اسم الخط	الارتفاع (م)	البعد عن البحر كم	الجهة السلخ	فصل الشتاء				فصل الربيع				فصل الصيف				فصل الخريف				الاجموع السنوي
					مطلق	(%)	فعلي	(%)	مطلق	(%)	فعلي	(%)	مطلق	(%)	فعلي	(%)	مطلق	(%)	فعلي	(%)	
الزراعة	ظ. الجنوب	٢٠٢٠	١٦٣	الشرقية	٢٦,٥	١٤	٥٢,٧	١٩	١١٤,٤	٦١	١٣٥,٤	٤٨	٣١,٢	١٥	٦١,٧	٢١	٩,٧	٥	٤١,٥	١٥	١٨١,٦
	عبالة	٢٤٨٠	١١٨	الشرقية	٣٩,١	١٩	٥٧,٢	١٩	١٣٠,٤	٦٣	١٦٩	٥٦	٢٣,٣	١١	٤٥,٧	١٥	١٢,٧	٦	٣٠,٨	١٠	٢٠٥,٥
	تلدحة	١٩٠٠	١٦٣	الشمالية	١٩,٥	١١	٥٠,٤	٢٢	٩٧,٦	٥٧	١٠٣,٧	٤٥	٤٢,٢	٢٤	٤٦,٢	٢٠	١٣	٨	٣٠,٤	١٣	١٧٢,٣
	الحرجة	٢٢٥٠	١٨٨	ش. الشرقي	٢٢,٧	١٤	٨٦,٦	١٩	١٠٤,٩	٦٥	١٦٩,٩	٣٧	٢١,٧	١٣	١١٩,١	٢٦	١١,٨	٧	٨٧,٦	١٩	١٦١,١
	الماوين	٢١٥٠	١٤٥	ش. الغربي	١١,٢	٩	٨٧,٢	٢٤	٨٥,٨	٦٨	١٤٤,٣	٤٠	١٩,٨	١٦	٦٧,٨	١٩	٩,٤	٧	٥٨,٠	١٦	١٣٦,٢
	أدنة	١٨٥٠	١٣٨	الشمالية	٤٦,٢	٣٣	٦٦,٨	٣٤	٧٧,٢	٥٦	١٥٠,٠	٥٣	١٤,٤	١٥	٥٨,٣	١٩	٥,٢	٤	١٠,٠	٥	١٣٨,١
	تاجر	٢٣٠٠	١٢٥	الشمالية	١٢,٤	١٣	٥٦,١	١٨	٥٩,٩	٦٤	١٢٩,٤	٤٢	١٤,٤	١٥	٥٨,٣	١٩	٧,١	٨	٦٠,٩	٢٠	٩٣,٧
	تباله	١٠٢٠	٢٠٠	ش. الغربي	١٨,٥	١٧	٤٧,٨	١٨	٧٢,٨	٦٨	١٠٩,٣	٤٤	٨,٨	٨	٤٨,٢	١٩	٨,٣	٨	٤٦,٥	١٩	١٠٨,٤
	سراة عبيدة	٢٤٠٠	١٧٥	ش. الشرقي	٢٩,٧	٢٣	٤٨,٧	٢٦	٦٩,٣	٥٤	٨٨,٠	٤٧	٢٠,٦	١٦	٢٨,٤	١٥	٧,٦	٦	٢٣,٩	١٣	١٢٧,٣
	بلي مالك	١٩٨٠	١٠٨	ش. الغربي	٢٢,٦	١٧	٨٥,١	٢٥	٦٦,١	٥٠	١١٩,٤	٣٥	٣٧,٤	٢٨	٨٠,٦	٢٣	٥,٠	٤	٥٩,٣	١٧	١٣١,٣
	الحفي	٢٠٨٠	١٣٠	الشمالية	١٣,٠	١١	٢١,٩	١٤	٦٦,٤	٥٦	٧٤,٩	٤٧	٢٧,٥	٢٣	٣٥,٥	٢٢	١٢,١	١٠	٣٧,١	١٧	١١٨,٩
	خ. الجنوب	١٦٥٠	١٨٨	الشمالية	١٢,٥	١٢	٥٥,٧	٢٢	٧٣,٥	٦٩	١٠٧,٤	٤٣	١٠,٣	١٠	٤٣,٣	١٧	٩,٧	٩	٤٣,١	١٧	١٠٦,٠
الرابعة	الجوف	٢٠٦٠	٢٠٠	الشمالية	٧,٠	٨	٧١,٢	٢٦	٦٣,٨	٧٦	٩١,٩	٣٤	١٠,٠	١٢	٧٩,٦	٣٠	٣,٦	٤	٣٦,١	١٣	٧٨,١
	بيشة	١٠٢٠	٢٥٠	ش. الشرقي	١٠,٤	١٣	٢٧,٩	٢٠	٥٧,٥	٧٤	٧١,٥	٥٠	٥,٧	٧	٢٥,٣	١٨	٤,٦	٦	١٨,١	١٣	٧٨,١
	الحينة	١٠٩٠	٢٢٥	الشمالية	١١,٨	١٥	٢٧,٢	١٨	٥٤,٣	٧١	٦٦,٣	٤٤	٦,٥	٨	٣٩,٤	٢٦	٤,٣	٦	١٧,٦	١٢	٧٦,٩
	بلي ثور	١٧٠٠	١٦٣	ش. الغربي	٤,٢	٥	٣١,١	١٣	٤٩,٣	٦١	٧٤,٩	٣٢	١٧,٠	٢١	٦١,٥	٢٦	١,٣	١٣	٦٧,٤	٢٩	٨٠,٩
	أبو جنية	١٦٥٠	١٧٥	الشمالية	١٧,٩	٢٥	٤٧,٧	٣٥	٤٢,٨	٦١	٥٤,١	٤٠	٤,٨	٧	١٣,١	١٠	٥,٣	٧	٣٦,٦	٢٨	٦٣,٥
	تظايف	٩٧٥	٢٨٨	الشمالية	٧,٨	١٢	٢٩,٢	٢٣	٤٨,٨	٦٩	٦٠,٩	٤٣	١,٥	٢	٧,٧	٦	٥,٣	٨	٣٦,٦	٢٨	٦٣,٥
	رو. ابن مفضل	١٦٥٠	١٣٣	ش. الغربي	٩,٤	١٤	٣٢,١	٢٤	٣٧,٣	٥٥	٤٨,١	٣٦	١٤,٠	٢١	٢٧,٩	٢١	٦,٩	١٠	٢٥,١	١٩	٦٧,٦
	صمخ	١٤٨٠	٢٥٠	الشمالية	٤,٤	٨	١٤,٤	١٤	٤٠,٧	٧٥	٥٢,٦	٥٠	٦,١	١١	٢٢,٣	٢١	٣,٠	٦	١٥,٣	١٥	٥٤,٢

المصدر من إعداد الباحث اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.





اسم المحطة	يناير	%	فبراير	%	مارس	%	أبريل	%	مايو	%	يونيو	%	يوليو	%	أغسطس	%	سبتمبر	%	أكتوبر	%
أبها	٢٠,٩	٠,١١	٣٢,٢	٠,١٨	٢٩,١	٠,٢١	٥٦,٦	٠,٣١	٤٠,٥	٠,٢٢	١٥,٣	٠,٠٨	٢٧,٥	٠,١٥	٣٦,٥	٠,٢٠	٨,١	٠,٠٤	٨,٠	٠,٠٤
أبو جنية	٥,٤	٠,٠٣	٨,١	٠,٠٤	٨,٥	٠,٠٥	٢١,٠	٠,١١	١٣,٢	٠,٠٧	١,١	٠,٠١	١,٥	٠,٠١	٢,٢	٠,٠١	١,٤	٠,٠١	١,٥	٠,٠١
أدنة	١٨,٧	٠,١٠	١٤,٥	٠,٠٨	٣٤,٦	٠,١٩	٢٤,١	٠,١٣	١٨,٦	٠,١٠	١,٧	٠,٠١	١,٦	٠,٠١	٦,٢	٠,٠٣	١,٠	٠,٠١	١,٠	٠,٠١
آل عامر	١٥,٧	٠,٠٩	٢١,٥	٠,١٢	٣٧,١	٠,٢٠	٥٥,٤	٠,٣٠	٥٠,٨	٠,٢٨	١٣,٢	٠,٠٧	٢,٠	٠,١١	٤٨,٦	٠,٢٦	٨,٦	٠,٠٥	٨,٩	٠,٠٥
بني ثور	١,٨	٠,٠١	٢,١	٠,٠١	١,٠	٠,٠٥	٢٥,٠	٠,١٤	١٤,٣	٠,٠٨	٥,١	٠,٠٣	٤,١	٠,٠٢	٧,٨	٠,٠٤	٣,٢	٠,٠٢	٢,١	٠,٠١
بني مالك	٥,٥	٠,٠٣	١٣,١	٠,٠٧	٢٥,٧	٠,١٤	٢١,٢	٠,١٢	١٩,٣	٠,١١	٤,٨	٠,٠٣	١٦,٤	٠,٠٩	١٦,٢	٠,٠٩	٥,٥	٠,٠١	١,٣	٠,٠١
بيشة	٤,١	٠,٠٢	٢,٨	٠,٠٢	١٣,٧	٠,٠٧	٣٢,٠	٠,١٧	١١,٧	٠,٠٦	١,٢	٠,٠١	٥,٢	٠,٠٠	٤,٤	٠,٠٢	٠,٠	٠,٠٠	١,٧	٠,٠١
بالسمر	٢٧,٥	٠,١٥	١٥,١	٠,٠٨	٤١,٢	٠,٢٢	١٠,٦,١	٠,٥٨	٥٨,٥	٠,٣٢	٣,٣	٠,٠٢	٣,٤	٠,٠١	٩,٧	٠,٠٢	٢,٠	٠,٠١	٦,٠	٠,٠٣
تاجر	٣,٨	٠,٠٢	٦,٣	٠,٠٣	١٤,٦	٠,٠٨	٣٠,٩	٠,١٧	١٤,٤	٠,٠٨	٤,٧	٠,٠٣	١,٦	٠,٠١	٨,١	٠,٠٤	١,١	٠,٠١	٢,٥	٠,٠١
تبالة	٧,٨	٠,٠٤	٤,٩	٠,٠٣	١٨,٤	٠,١٠	٣٦,٥	٠,٢٠	١٧,٩	٠,١٠	٢,٩	٠,٠٢	٥,٢	٠,٠٠	٥,٧	٠,٠٣	٠,١	٠,٠٠	٣,٣	٠,٠٢
تثليث	٤,٤	٠,٠٢	٢,٤	٠,٠١	١٨,٠	٠,١٠	٢٥,٥	٠,١٤	٥,٣	٠,٠٣	٥,٢	٠,٠٠	٠,١	٠,٠٠	١,٢	٠,٠١	٠,٢	٠,٠٠	٣,٥	٠,٠٢
تندحة	٦,٣	٠,٠٣	٨,٩	٠,٠٥	٢٧,٥	٠,١٥	٣٣,٧	٠,١٨	٣٦,٤	٠,٢٠	٥,٢	٠,٠٣	١٥,٤	٠,٠٨	٢١,٥	٠,١٢	٣,٠	٠,٠٢	٢,٧	٠,٠١
نمنية	٢٥,٠	٠,١٤	٢٧,٦	٠,١٥	٦١,٤	٠,٣٣	٧٥,٤	٠,٤١	٥٣,٤	٠,٢٩	١٣,٠	٠,٠٧	٢٥,٢	٠,١٤	٤٩,٤	٠,٢٧	٨,٤	٠,٠٥	١٧,٥	٠,١٠
تقومة	٣٢,٦	٠,١٨	١٩,٤	٠,١١	٣٦,٤	٠,٢٠	٨٣,٠	٠,٤٥	٤١,١	٠,٢٢	٣,٤	٠,٠٢	١,٧	٠,٠١	١٠,٧	٠,٠٦	٣,٩	٠,٠٢	٣,٩	٠,٠٢
الجوف	٣,٠	٠,٠٢	٢,٥	٠,٠١	١٨,١	٠,١٠	٢٦,٩	٠,١٥	١٨,٨	٠,١٠	٢,٢	٠,٠١	٥,٤	٠,٠٣	٢,٤	٠,٠١	٠,٠	٠,٠٠	١,٦	٠,٠١
الحرجة	٧,٠	٠,٠٤	١١,٤	٠,٠٦	٣٠,٩	٠,١٧	٣٨,٧	٠,٢١	٣٥,٤	٠,١٩	٧,٠	٠,٠٤	٥,٠	٠,٠٣	٩,٦	٠,٠٥	٠,٠	٠,٠٠	٧,٠	٠,٠٤
الحينة	٣,٤	٠,٠٢	٥,٤	٠,٠٣	١٣,٠	٠,٠٧	٢٥,١	٠,١٤	١٦,١	٠,١٠	١,٨	٠,٠١	٥,٥	٠,٠٠	٤,٢	٠,٠٢	٠,٠	٠,٠٠	١,٣	٠,٠١
الحنى	٤,٨	٠,٠٣	٤,٥	٠,٠٢	١٧,٨	٠,١٠	٢٠,٦	٠,١١	٢٨,٠	٠,١٥	٦,٢	٠,٠٣	٩,٩	٠,٠٥	١١,٤	٠,٠٦	٢,٦	٠,٠١	٦,٣	٠,٠٣
خمس مشيط	١٥,٠	٠,٠٨	١٢,٩	٠,٠٧	٤٣,٢	٠,٢٤	٣١,٦	٠,١٧	٣٦,٩	٠,٢٠	١٣,٧	٠,٠٧	٢٢,٥	٠,١٢	٣٦,٥	٠,٢٠	٩,٠	٠,٠٥	٦,١	٠,٠٣
خير الجنوب	٧,٢	٠,٠٤	٤,٠	٠,٠٢	١٥,٠	٠,٠٨	٣٧,٣	٠,٢٠	٢١,٢	٠,١٢	٣,٥	٠,٠٢	٢,٦	٠,٠١	٤,٣	٠,٠٢	٥,٥	٠,٠٢	٤,٤	٠,٠٢
الزهره	١٠,٠	٠,٠٥	١١,٢	٠,٠٦	٢٧,٤	٠,١٥	٦٤,٤	٠,٣٥	٧٣,٦	٠,٤٠	٩,٨	٠,٠٥	٨,٨	٠,٠١	١٣,٩	٠,٠٨	٥,٣	٠,٠٢	١٢,٢	٠,٠٧
سراة عبدة	٨,٩	٠,٠٥	١٧,٤	٠,٠٩	٢٦,١	٠,١٤	٢١,٥	٠,١٢	٢١,٧	٠,١٢	٤,٨	٠,٠١	٨,٥	٠,٠٥	٦,٥	٠,٠٤	٣,٨	٠,٠٢	١,٣	٠,٠١
سر لعسان	٢١,٩	٠,١٢	٢٤,٠	٠,١٣	٥٧,٠	٠,٣١	٤٠,٢	٠,٢٢	٣٠,٧	٠,١٧	٨,٨	٠,٠٥	٢٠,٨	٠,١١	٣١,٥	٠,١٧	٨,٧	٠,٠٥	٧,٩	٠,٠٤
السودة	١٨,٢	٠,١٠	١٨,٠	٠,١٠	٣٣,٤	٠,١٨	٥١,٥	٠,٢٨	٥٧,٩	٠,٣٢	١٣,٦	٠,٠٧	٢٨,٠	٠,١٥	٦٢,٦	٠,٣٤	٢١,٠	٠,١١	٨,٠	٠,٠٤
سبت العليا	١٤,٤	٠,٠٨	١٣,٠	٠,٠٧	٢٩,٤	٠,١٦	٥٩,٢	٠,٣٢	٣٠,٨	٠,١٧	٥,٦	٠,٠٣	٧,٨	٠,٠٤	١٦,٤	٠,٠٩	٥,٥	٠,٠٣	٣,٤	٠,٠٢
صباح بالحر	١٥,٤	٠,٠٨	١٢,٨	٠,٠٧	٣٦,٥	٠,٢٠	٨١,٥	٠,٤٤	٣٠,٧	٠,١٧	١,٨	٠,٠١	٨,٥	٠,٠٥	٢٠,١	٠,١١	٣,١	٠,٠٢	٥,٠	٠,٠٣
صمخ	٢,٢	٠,٠١	١,٥	٠,٠١	٩,٥	٠,٠٥	٢١,٩	٠,١٢	٩,٢	٠,٠٥	٠,٣	٠,٠٠	٢,٦	٠,٠١	٣,٢	٠,٠٢	٠,٠	٠,٠٠	١,٨	٠,٠١
ظهران الجنوب	١٠,٥	٠,٠٦	١٠,٥	٠,٠٦	٣٧,٦	٠,٢١	٤٩,٥	٠,٢٧	٢٧,٢	٠,١٥	٤,٨	٠,٠٣	٧,٤	٠,٠٤	١٩,٠	٠,١٠	٠,٣	٠,٠٠	٧,١	٠,٠٤
عبالة	٢٠,١	٠,١١	١٠,٠	٠,٠٥	٤٣,٣	٠,٢٤	٥٧,٠	٠,٣١	٣٠,١	٠,١٦	٣,١	٠,٠٢	١٠,١	٠,٠٥	١٠,١	٠,٠٥	١,٥	٠,٠١	٤,٦	٠,٠٢
عكم	١٠,٨	٠,٠٦	١٥,٦	٠,٠٨	٢٦,٤	٠,١٤	٣٧,٥	٠,٢٠	٦٣,٧	٠,٣٥	١٩,٥	٠,١١	٢٩,٠	٠,١٦	٧٠,٧	٠,٣٩	٢٢,٣	٠,١٢	٧,٠	٠,٠٤
المولين	١,٧	٠,٠١	٢,٢	٠,٠١	١٩,٢	٠,١٠	٣٧,٥	٠,٢٠	٢٩,١	٠,١٦	٢,٢	٠,٠١	٤,٨	٠,٠١	١٢,٧	٠,٠٧	١,٠	٠,٠١	٣,٩	٠,٠٢
بني عمرو	١٩,٣	٠,١١	١٧,١	٠,٠٩	٢٩,٣	٠,١٦	٤٩,٥	٠,٢٧	٤٣,٦	٠,٢٤	١,٤	٠,٠١	٤,٥	٠,٠٢	١٥,٠	٠,٠٨	٠,٨	٠,٠٠	٤,٢	٠,٠٢
النماص	٤٥,٣	٠,٢٥	٣٢,٢	٠,١٨	٥٨,٤	٠,٣٢	٨٩,٥	٠,٤٩	٥٤,٤	٠,٣٠	١٢,١	٠,٠٧	١٨,٠	٠,١٠	٢٠,٩	٠,١١	١,١	٠,٠١	١٢,٩	٠,٠٧
ابن شبل	٥,٢	٠,٠٣	٤,٠	٠,٠٢	١١,٤	٠,٠٦	١٤,٧	٠,٠٨	١١,٢	٠,٠٦	٠,٨	٠,٠٠	٥,٩	٠,٠٣	٧,٤	٠,٠٤	١,١	٠,٠١	٢,٠	٠,٠١
يعرى	٠,٩	٠,٠٠	٣,٢	٠,٠٢	٢١,٣	٠,١٢	٤٨,٠	٠,٢٦	١٦,٧	٠,٠٩	٢,٧	٠,٠١	١٣,٤	٠,٠٧	٢,٤	٠,٠١	٠,٤	٠,٠٠	٢,٤	٠,٠١
المجموع	٤٢٤,٧		٤١٢,٣		٩٩٠,٤		١٥٥٢,٤		١٠٨٢,٤		٢٠٠,٨		٣٤٣,٢		٦٠٩,٠		١٢٩,٥		١٧٤,٣	
معدل	١٢,١		١١,٨		٢٨,٣		٤٤,٤		٣٠,٩		٥,٧		٩,٨		١٧,٤		٣,٧		٥,٠	
%	٠,٠٧		٦,٣٠		١٥,٤٠		٢٤,٢٠		٠,١٧		٣,١٠		٥,٣٠		٩,٥٠		٢,١٠		٢,٧٠	

المصدر من إعداد البجالة اعتماداً على البيانات المتخذة من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والدراسة العامة للأرصدة وحماية البيئة.

ملحق (ج)  
معدلات ونسب الأنطار المطلقة الشهرية والصلبية والنسوية في محطات منطقة الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م

المجموع السنوي	%	مجموع الخريف	%	مجموع الصيف	%	مجموع الربيع	%	مجموع الشتاء	%	ديسمبر	%	نوفمبر	اسم المحطة
٢٩٦,٨	٠,١٢	٢٢,٢	٠,٤٣	٧٨,٧	٠,٧٤	١٣٦,٢	٠,٣٣	٥٩,٦	٠,٠٤	٦,٥	٠,٠٣	٦,٢	ايها
٧٠,٧	٠,٠٣	٥,٢	٠,٠٣	٤,٨	٠,٢٣	٤٢,٨	٠,١٠	١٧,٩	٠,٠٢	٤,٤	٠,٠١	٢,٢	ابو جنية
١٣٨,١	٠,٠٣	٥,٢	٠,٠٥	٩,٥	٠,٤٢	٧٧,٢	٠,٢٥	٤٦,٢	٠,٠٧	١٣,٠	٠,٠٢	٣,٢	المة
٢٩١,٣	٠,١٣	٢٣,٨	٠,٤٥	٨١,٨	٠,٧٨	١٤٣,٣	٠,٣٣	٤٢,٥	٠,٠٣	٥,٣	٠,٠٣	٦,٣	ال عامر
٨٠,٩	٠,٠٦	١٠,٣	٠,٠٩	١٧,٠	٠,٢٧	٤٩,٣	٠,٠٢	٤,٢	٠,٠٠	٠,٣	٠,٠٣	٥,٠	بني ثور
١٣١,٣	٠,٠٣	٥,١	٠,٢٠	٣٧,٤	٠,٣٦	٦٦,١	٠,١٢	٢٢,٦	٠,٠٢	٤,٠	٠,٠٢	٣,٢	بني مالك
٧٨,١	٠,٠٢	٤,٦	٠,٠٣	٥,٧	٠,٣١	٥٧,٥	٠,٠٦	١٠,٤	٠,٠٢	٣,٥	٠,٠٢	٢,٩	بيشة
٣٠٢,٦	٠,١٢	٢١,٢	٠,٠٩	١٦,٤	١,١٢	٢٠٥,٨	٠,٣٢	٥٩,٣	٠,٠٩	١٦,٧	٠,٠٧	١٣,٢	بالسمر
٩٣,٧	٠,٠٤	٧,١	٠,٠٨	١٤,٤	٠,٣٣	٥٩,٩	٠,٠٧	١٢,٤	٠,٠١	٢,٣	٠,٠٢	٣,٦	تاجر
١٠٨,٤	٠,٠٥	٨,٣	٠,٠٥	٨,٨	٠,٤٠	٧٢,٨	٠,١٠	١٨,٥	٠,٠٣	٥,٨	٠,٠٣	٤,٩	تباله
٦٣,٥	٠,٠٣	٥,٣	٠,٠١	١,٥	٠,٢٧	٤٨,٨	٠,٠٤	٧,٨	٠,٠١	٠,٩	٠,٠١	١,٧	تتليث
١٧٢,٣	٠,٠٧	١٣,٠	٠,٢٣	٤٢,٢	٠,٥٣	٩٧,٦	٠,١١	١٩,٥	٠,٠٢	٤,٣	٠,٠٤	٧,٣	تندحة
٣٨٥,٠	٠,٢١	٣٩,١	٠,٤٨	٨٧,٦	١,٠٤	١٩٠,٢	٠,٣٧	٦٨,١	٠,٠٩	١٥,٦	٠,٠٧	١٣,٢	تمنية
٢٦٤,٧	٠,١٠	١٨,١	٠,٠٩	١٥,٨	٠,٨٧	١٦٠,٥	٠,٣٨	٧٠,٤	٠,١٠	١٨,٤	٠,٠٦	١٠,٣	تنومة
٨٤,٤	٠,٠٢	٣,٦	٠,٠٥	١٠,٠	٠,٣٥	٦٣,٨	٠,٠٤	٧,٠	٠,٠١	١,٥	٠,٠١	١,٩	الجوف
١٦١,١	٠,٠٦	١١,٨	٠,١٢	٢١,٧	٠,٥٧	١٠٤,٩	٠,١٢	٢٢,٧	٠,٠٢	٤,٣	٠,٠٣	٤,٨	الحرجة
٧٦,٩	٠,٠٢	٤,٣	٠,٠٤	٦,٥	٠,٣٠	٥٤,٣	٠,٠٦	١١,٨	٠,٠٢	٣,٠	٠,٠٢	٣,٠	الحيفة
١١٨,٩	٠,٠٧	١٢,١	٠,١٥	٢٧,٥	٠,٣٦	٦٦,٤	٠,٠٧	١٣,٠	٠,٠٢	٣,٧	٠,٠٢	٣,١	الحلي
٢٤٣,٤	٠,١٣	٢٣,٤	٠,٤٠	٧٢,٧	٠,٦١	١١١,٧	٠,١٩	٣٥,٥	٠,٠٤	٧,٦	٠,٠٥	٨,٣	خميس مشيط
١٠٦,٠	٠,٠٥	٩,٧	٠,٠٦	١٠,٣	٠,٤٠	٧٣,٥	٠,٠٧	١٢,٥	٠,٠١	١,٣	٠,٠٣	٤,٧	خيبر الجنوب
٢٦٠,٣	٠,١٨	٣٢,٩	٠,١٨	٣٢,٥	٠,٩٠	١٦٥,٥	٠,١٦	٢٩,٤	٠,٠٤	٨,٢	٠,٠٨	١٥,٤	الزهراء
١٢٧,٣	٠,٠٤	٧,٦	٠,١١	٢٠,٦	٠,٣٨	٦٩,٣	٠,١٦	٢٩,٧	٠,٠٢	٣,٥	٠,٠١	٢,٥	سراة عبيدة
٢٦٤,٨	٠,١٣	٢٣,١	٠,٣٣	٦١,١	٠,٧٠	١٢٧,٩	٠,٢٩	٥٢,٨	٠,٠٤	٦,٩	٠,٠٤	٦,٥	سر لعصان
٣٣٢,٩	٠,٢١	٣٩,٤	٠,٥٧	١٠٤,٢	٠,٧٨	١٤٢,٨	٠,٢٥	٤٦,٦	٠,٠٦	١٠,٤	٠,٠٦	١٠,٤	السودة
٢٠٨,٨	٠,١١	١٩,٨	٠,١٦	٢٩,٨	٠,٦٥	١١٩,٥	٠,٢٢	٣٩,٨	٠,٠٧	١٢,٤	٠,٠٦	١٠,٩	سبت العليا
٢٣٥,٥	٠,٠٩	١٧,٠	٠,١٧	٣٠,٤	٠,٨١	١٤٨,٧	٠,٢١	٣٩,٤	٠,٠٦	١١,٢	٠,٠٥	٨,٩	صبح بالحر
٥٤,٢	٠,٠٢	٣,٠	٠,٠٣	٦,١	٠,٢٢	٤٠,٧	٠,٠٢	٤,٤	٠,٠٠	٠,٧	٠,٠١	١,١	صمخ
١٨١,٦	٠,٠٥	٩,٧	٠,١٧	٣١,٢	٠,٦٢	١١٤,٣	٠,١٤	٢٦,٤	٠,٠٣	٥,٥	٠,٠١	٢,٢	ظهران الجنوب
٢٠٥,٥	٠,٠٧	١٢,٧	٠,١٣	٢٣,٣	٠,٧١	١٣٠,٥	٠,٢١	٣٩,١	٠,٠٥	٩,٠	٠,٠٤	٦,٦	عبالة
٣٣٢,٧	٠,١٩	٣٥,٣	٠,٦٥	١١٩,٢	٠,٨٢	١٤٩,٨	٠,١٦	٢٨,٤	٠,٠١	٢,١	٠,٠٣	٦,٠	علكم
١٢٦,٢	٠,٠٥	٩,٤	٠,١١	١٩,٧	٠,٤٧	٨٥,٨	٠,٠٦	١١,٢	٠,٠٤	٧,٣	٠,٠٢	٤,٥	الماوين
٢١٣,٥	٠,٠٧	١٢,٥	٠,١١	٢٠,٨	٠,٦٧	١٢٢,٥	٠,٣١	٥٧,٧	٠,١٢	٢١,٣	٠,٠٤	٧,٥	بني عمرو
٤١٨,٣	٠,٢٢	٤٠,٤	٠,٢٨	٥١,٠	١,١٠	٢٠٢,٣	٠,٦٨	١٢٤,٥	٠,٢٦	٤٧,٠	٠,١٤	٢٦,٤	التماص
٦٧,٦	٠,٠٤	٦,٩	٠,٠٨	١٤,٠	٠,٢٠	٣٧,٣	٠,٠٥	٩,٤	٠,٠٠	٠,٢	٠,٠٢	٣,٩	ابن هشبل
١٢١,٥	٠,٠٤	٨,١	٠,١٠	١٨,٤	٠,٤٧	٨٥,٩	٠,٠٥	٩,٠	٠,٠٣	٤,٨	٠,٠٣	٥,٤	يعرى
٦٤١٨,٨		٥٣١,٠		١١٥٢,٥		٣٦٢٥,٤		١١٠٩,٦		٢٧٢,٩		٢٢٧,٢	المجموع
١٨٣,٤		١٥,٢		٣٢,٩		١٠٣,٦		٣١,٧		٧,٨		٦,٥	معدل
١٠٠,٠٠		٨,٣٠		١٧,٩٠		٥٦,٥٠		١٧,٣٠		٠,٠٤		٣,٥٠	%

المصدر من إعداد البعثة اعتماداً على البيانات المتوفرة من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرنسية العامة للأرصاء وحماية البيئة.

المجلات الشهرية لمعدل الأمطار المطلق ونسبة إسهامه في المعدل السنوي المطلق لمنطقة الدراسة. ١٩٧٠ - ١٩٩٧م.

م	السنوي	%	لجسم	%	لنفس	%	الكثير	%	سليم	%	الخص	%	بولو	%	جود	%	مايو	%	البريل	%	مارس	%	فبراير	%	يناير	الاتجاه	البحر	ب-الارتفاع	السمعة	الفئات
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٩	١٦٠٧	٠٠٧	١٣٠٧	٠٠٣	٦٠٠	٠٠٠	٢٠٠	٠٠٥	٩٠٧	٠٠٢	٣٠٤	٠٠٢	٣٠٣	٠٣٢	٥٨٠	٠٠٨	١٠٦٠	٠٢٢	٤١٠	٠٠٨	١٥٠	٠١٥	٢٧٠	ش في	١٢٠	٢٢٥٠	بلسمر	الأولى
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٢	٤٧٠٠	٠١٤	٢٦٠٤	٠٠٧	١٢٠٩	٠٠١	١٠١	٠١١	٢٠٠٩	٠١٠	١٨٠٠	٠٠٧	١٢٠١	٠٣٠	٥٤٠	٠٤٩	٨٩٠	٠٣٢	٥٨٠	٠١٨	٣٢٠	٠٢٥	٤٥٠	غربية	١٣٣	٢٦٠٠	الناص	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٩	١٥٠٦	٠٠٧	١٣٠٢	٠١٠	١٧٠٥	٠٠٥	٨٠٤	٠٢٧	٤٩٠	٠١٤	٢٥٠	٠٠٧	١٣٠٠	٠٢٩	٥٣٠	٠٤١	٧٥٠	٠٣٣	٦١٠	٠١٥	٢٧٠	٠١٤	٢٥٠	جنوب	١٢٥	٢٣٠٠	تندية	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠١	٢٠١	٠٠٣	٦٠٠	٠٠٤	٧٠٠	٠١٢	٢٢٠	٢٣٩	٧٠٧	٠١٦	٢٩٠	٠١١	١٩٠٥	٠٣٥	٦٣٠	٠٣٣	٥٩٠	٠١٤	٢٦٠	٠٠٨	١٥٠	٠٠٦	١٠٠	شمال	١١٣	٢٢٠٠	علم	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٦	١٠٠٤	٠٠٦	١٠٠٤	٠٠٠	٨٠٠	٠١١	٢١٠	٢٣٤	٦٢٠	٠١٥	٢٨٠	٠٠٧	١٣٠	٠٣٢	٥٧٠	٠٢٨	٥١٠	٠١٨	٣٣٠	٠١٠	١٨٠	٠١٠	١٨٠	شمال	٩٥	٢٨٢٠	السودة	الثانية
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٣	٥٠٣	٠٠٣	٦٠٣	٠٠٥	٨٠٩	٠٠٥	٨٠٦	٢٢٦	٤٨٠	٠١١	٢٠٠	٠٠٧	١٣٠	٠٢٨	٥٠٠	٠٣٠	٥٥٠	٠٢٠	٣٧٠	٠١٢	٢١٠	٠٠٩	١٥٠	شرقي	١٣٨	٢٢٥٠	ال عامر	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٤	٦٠٩	٠٠٤	٦٠٥	٠٠٤	٧٠٩	٠٠٥	٨٠٧	٢١٠	٣١٠	٠١١	٢٠٠	٠٠٥	٨٠٠	٠١٧	٣٠٠	٠٢٢	٤٠٠	٠٣١	٥٧٠	٠١٣	٢٤٠	٠١٢	٢١٠	شمال	١١٥	٢١٠٠	سر لسان	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٦	١١٠٢	٠٠٥	٨٠٩	٠٠٣	٥٠٠	٠١٢	٣٠١	٢٣١	٧٠٧	٠١١	٨٠٥	٠٠١	١٠٠	٠١٧	٣٠٠	٠٤٤	٨١٠	٠٢٠	٣٦٠	٠٠٧	١٢٠	٠٠٨	١٥٠	شمال	١١٣	٢٢٠٠	صنح للصر	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٠	١٨٠٤	٠٠٦	١٠٠٣	٠٠٢	٣٠٩	٠١٢	٣٠٩	٢٣٩	٦٢٠	٠١١	١٠٧	٠٠١	١٠٧	٠٢٢	٤١٠	٠٤٥	٨٣٠	٠٢٠	٣٦٠	٠١١	١٩٠	٠١٨	٣٢٠	ش في	١٠٠	٢١٠٠	تلومة	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٤	٨٠٢	٠٠٨	١٥٠	٠٠٧	١٢٠	٠٠٣	٥٠٣	٢٣٩	١٣٠	٠٠٨	٨٠٠	٠٠٥	٩٠٠	٠٢٠	٧٣٠	٠٣٥	٦٤٠	٠١٥	٢٧٠	٠٠٦	١٩٠	٠١٠	١٠٠	شرقي	١١٢	٢٤٠٠	الزهر	الثالثة
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٧	١٢٠٤	٠٠٦	١٠٠٩	٠٠٢	٣٠٤	٠٠٣	٥٠٥	٢٣٩	١٦٠	٠٠٩	٢٧٠	٠٠٨	١٥٠	٠٢٢	٣٠٠	٠٣٢	٥٩٠	٠١٦	٢٩٠	٠٠٧	١٣٠	٠٠٨	١٤٠	شرقي	١١٢	١٨٥٠	سبت العنقا	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٤	٦٠٥	٠٠٣	٦٠٢	٠٠٤	٨٠٠																			شرقي	١١٨	٢٢٠٠	انها	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٤	٦٠٥	٠٠٣	٦٠٢	٠٠٤	٨٠٠																			شرقي	١١٨	٢٢٠٠	عائلة	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٤	٦٠٥	٠٠٣	٦٠٢	٠٠٤	٨٠٠																			شرقي	١١٨	٢٢٠٠	خمس مشيط	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٥	٩٠٠	٠٠٤	٦٠٤	٠٠١	١٠٥	٠٠٥	١٠٠	١٠٠	٣٦٠	٠١٢	٢٢٠	٠٠٧	١٣٠	٠٢٠	٣٦٠	٠٢٠	٣١٠	٠٢٤	٤٣٠	٠٠٧	١٢٠	٠٠٨	١٥٠	شرقي	١٣٨	٢٠٦٥	سرا عيدة	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٤	٧٠٦	٠٠٥	٨٠٣	٠٠٢	٦٠١	٠٠٥	٩٠٠	٢٠٠	٣٦٠	٠١٢	٢٢٠	٠٠٧	١٣٠	٠٢٠	٣٦٠	٠٢٠	٣١٠	٠٢٤	٤٣٠	٠٠٧	١٢٠	٠٠٨	١٥٠	شرقي	١٣٨	٢٠٦٥	سرا عيدة	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٢	٣٠٥	٠٠١	٢٠٥	٠٠١	١٠٣	٠٠٢	٣٠٨	٠٠٤	٦٠٥	٠٠٥	٩٠٣	٠٠٣	٤٠٨	٠١٢	٢١٠	٢١٠	٢١٠	٠١٤	٣٦٠	٠٠٩	١٧٠	٠٠٥	٨٠٩	ش في	١٧٥	٢٤٠٠	بلي مالك	الرابعة
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٢	٤٠٠	٠٠٢	٣٠٢	٠٠١	١٠٣	٠٠٠	٥٠٥	٠٠٩	١٦٠	٠٠٩	١٦٠	٠٠٣	٤٠٨	٠١١	١٩٠	٢١٠	٢١٠	٠١٤	٣٥٠	٠٠٧	١٣٠	٠٠٣	٥٠٥	شمال غ	١٠٨	١٩٨٠	الحلي	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٢	٣٠٢	٠٠٢	٣٠١	٠٠٢	٦٠٣	٠٠١	٢٠٦	٠٠٦	١١٠	٠٠٤	٩٠٩	٠٠٣	٦٠٢	٠١٥	٢٨٠	٠١١	٢٠٦	٠١٠	١٧٠	٠٠٢	٤٠٥	٠٠٣	٤٠٨	شمال	١٣٠	٢٠٨٠	الدة	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٢	٣٠٢	٠٠٢	٣٠١	٠٠٢	٦٠٣	٠٠١	٢٠٦	٠٠٦	١١٠	٠٠٤	٩٠٩	٠٠٣	٦٠٢	٠١٥	٢٨٠	٠١١	٢٠٦	٠١٠	١٧٠	٠٠٢	٤٠٥	٠٠٣	٤٠٨	شمال	١٣٠	٢٠٨٠	الدة	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٧	١٣٠٠	٠٠٢	٣٠٢	٠٠١	١٠٠	٠٠١	١٠٠	٠٠٣	٦٠٢	٠٠١	١٠٦	٠٠١	١٠٧	٠١٠	١٨٠	٠١٣	٢٤٠	٠١٩	٣٤٠	٠٠٨	١٤٠	٠١٠	١٨٠	شمال	١٦٣	١٨٥٠	للدة	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٢	٤٠٣	٠٠٤	٧٠٣	٠٠١	٢٠٧	٠٠٢	٣٠٠	٠١٢	١٥٠	٠٠٨	١٥٠	٠٠٣	٥٠٢	٠٢٠	٣٦٠	٠١٨	٣٣٠	٠١٥	٢٧٠	٠٠٥	٨٠٩	٠٠٣	٦٠٣	شمال	١١٥	١٢٠٠	بلي عمرو	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠١٢	٢١٠٣	٠٠٤	٧٠٥	٠٠٢	٤٠٢	٠٠٠	٠٠٨	٠٠٨	١٥٠	٠٠٢	٤٠٥	٠٠١	١٠٤	٠٢٤	٤٣٠	٠٢٧	٤٩٠	٠١٦	٢٩٠	٠٠٩	١٧٠	٠١١	١٩٠	شمال	١٦٣	٢٠٢٠	شهران الجروب	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٣	٥٠٥	٠٠١	٢٠٢	٠٠٤	٧٠١	٠٠٠	٠٠٣	٠١٠	١٩٠	٠٠٤	٧٠٤	٠٠٣	٤٠٨	٠١٥	٢٧٠	٢٢٧	٤٩٠	٠٢١	٣٧٠	٠٠٦	١٠٥	٠٠٦	١٠٥	شرقي	١٦٣	٢٠٢٠	الحرمة	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٢	٤٠٣	٠٠٣	٤٠٨	٠٠٤	٧٠٠	٠٠٠	٠٠٥	٠٠٥	٩٠٦	٠٠٣	٥٠٠	٠٠٤	٧٠٠	٠١٩	٣٥٠	٠٢١	٣٨٠	٠١٧	٣٠٠	٠٠٦	١١٠	٠٠٤	٧٠٠	ش في	١٨٨	٢٣٥٠	يعرى	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٣	٤٠٨	٠٠٣	٤٠٩	٠٠٢	٣٠٣	٠٠٠	٠٠٤	٠٠١	٢٠٤	٠٠١	١٣٠	٠٠١	٢٠٧	٠٠٩	١٦٠	٠٢٦	٤٨٠	٠١٢	٢١٠	٠٠٢	٣٠٢	٠٠٠	٠٠٩	شمال	١٨٨	١١٨٠	تهالة	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٣	٤٠٨	٠٠٣	٤٠٩	٠٠٢	٣٠٣	٠٠٠	٠٠٤	٠٠١	٢٠٤	٠٠١	١٣٠	٠٠١	٢٠٧	٠٠٩	١٦٠	٠٢٦	٤٨٠	٠١٢	٢١٠	٠٠٢	٣٠٢	٠٠٠	٠٠٩	شمال غ	٢٠٠	١٠٢٠	الماوين	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٤	٧٠٣	٠٠٢	٤٠٥	٠٠٢	٣٠٩	٠٠٠	٠٠٥	٠٠١	٥٠٧	٠٠٣	٤٠٨	٠٠١	٢٠٢	٠١٦	٢٩٠	٠٢٠	٣٧٠	٠١٠	١٩٠	٠٠١	٢٠٢	٠٠٤	٧٠٨	شمال غ	١٤٥	٢١٥٠	خبر الجنوب	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠١	١٠٣	٠٠٣	٤٠٧	٠٠٢	٤٠٤	٠٠٠	٠٠٥	٠٠١	٤٠٣	٠٠١	٢٠١	٠٠١	٢٠٢	٠١٢	٢١٠	٠٢٠	٣٧٠	٠٠٨	١٤٠	٠٠٣	٦٠٣	٠٠٢	٣٠٨	شمال	١٢٥	٢٣٠٠	ناجر	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠١	٢٠٣	٠٠٢	٣٠٢	٠٠١	٢٠٥	٠٠١	١٠١	٠٠٤	٨٠١	٠٠١	١٠٦	٠٠١	١٠٦	٠٠٣	٤٠٧	٠٠٨	١٤٠	٠٢٠	٣٠٠	٠٠١	٢٠١	٠٠١	١٠٨	شمال غ	١٦٣	١٧٠٠	بلي نور	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٠	٠٠٣	٠٠٣	٥٠٠	٠٠٠	١٠٦	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٧٠٨	٠٠٢	٢٠٢	٠٠١	٢٠٣	٥٠١	١٤٠	١٤٠	٢٢٠	٠١٠	١٨٠	٠٠١	٢٠١	٠٠٢	٣٠٠	شمال	٢٠٠	٢٠٦٠	البول	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠١	١٠٥	٠٠١	١٠٩	٠٠١	١٠٩	٠٠١	١٠٦	٠٠٠	٢٠٤	٠٠١	٢٠٣	٠٠١	٢٠٣	٥٠١	١٤٠	١٤٠	٢٢٠	٠١٠	١٨٠	٠٠١	٢٠١	٠٠٢	٣٠٠	شمال	٢٢٥	١٠٩٠	الحيلة	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٢	٣٠٠	٠٠٢	٣٠٠	٠٠١	١٠٣	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٤٠٢	٠٠٠	٥٠٥	٠٠٠	٥٠٠	٠٠٠	١٠٠	١٠٠	١٤٠	٠٠٠	١٣٠	٠٠٣	٥٠٤	٠٠٢	٣٠٢	شمال غ	١٣٣	١٩٥٠	ابن هشيل	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٠	٠٠٢	٠٠٢	٣٠٩	٠٠١	٢٠٠	٠٠٠	٠٠١	٠٠٠	٧٠٤	٠٠٠	٥٠٩	٠٠٠	٥٠٠	٠٠٠	١٠٠	١٠٠	١٤٠	٠٠٠	١٣٠	٠٠٢	٥٠٠	٠٠٣	٥٠٢	شمال غ	١٧٥	١٦٥٠	ابو جنية	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٢	٤٠٤	٠٠١	٢٠٢	٠٠١	١٠٥	٠٠١	١٠٤	٠٠١	٢٠٢	٠٠١	١٠٥	٠٠١	١٠٠	٠٠٠	١٠٠	١٠٠	١٤٠	٠٠٠	١٣٠	٠٠٢	٥٠٠	٠٠٣	٥٠٤	شمال	٢٥٠	١٠٢٠	ببشة	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠٢	٤٠٤	٠٠١	٢٠٢	٠٠١	١٠٥	٠٠١	١٠٤	٠٠١	٢٠٢	٠٠١	١٠٥	٠٠١	١٠٠	٠٠٠	١٠٠	١٠٠	١٤٠	٠٠٠	١٣٠	٠٠٢	٥٠٠	٠٠٣	٥٠٤	ش في	٢٨٨	٩٧٥	تليلت	
١٨٣٤	١٨٣٤	٠٠١	٠٠٩	٠٠١	١٠٧	٠٠٠	٣٠٥	٠٠٠	٠٠٢	٠٠٠	١٠٢	٠٠٠	١٠١	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٣	٠٠٤	٢٥٠	٠٠٠	١٠٠	٠٠١	٢٠٤	٠٠١	٢٠٢	شمال	٢٥٠	١٤٨٠	صنح	

المجلات الشهيرة لمعدل الأمطار الخطي ونسبة إسهامه في المعدل السنوي الخطي لمحافظة الدراسة ١٩٩٧-٩٧٠م

م السلوك	%	ديسمبر	%	نوفمبر	%	أكتوبر	%	سبتمبر	%	أغسطس	%	يوليو	%	يون	%	مايو	%	أبريل	%	مارس	%	فبراير	%	يناير	الاجزاء	ب- البحر	الإرتفاع	العمقة	القاعات
30.3.0.5	3.13	38.9	0.12	36.9	0.09	27.9	0.02	0.6	0.07	70.9	0.3	10.6	0.6	18.0	0.22	60.0	0.44	130.0	0.21	26.0	0.11	32.6	0.10	40.2	ش في	120	بلسمر		
30.3.0.5	0.17	0.6	0.11	33.6	0.08	21.2	0.01	2.1	0.08	24.4	0.07	21.9	0.07	21.1	0.18	04.4	0.31	92.8	0.21	22.9	0.14	41.0	0.16	48.8	عربية	132	التناص		
30.3.0.5	0.10	29.1	0.08	23.0	0.05	30.0	0.05	10.7	0.20	6.0	0.11	32.6	0.6	19.1	0.21	60.0	0.29	88.0	0.27	81.9	0.10	04.4	0.13	38.8	جنوبية	120	تنبية		
30.3.0.5	0.02	7.4	0.05	10.3	0.11	19.0	0.11	24.7	0.23	70.7	0.11	33.8	0.09	28.8	0.24	74.2	0.20	71.0	0.13	38.9	0.10	29.0	0.06	18.9	شمال	112	علم		
30.3.0.5	0.10	29.1	0.08	24.3	0.07	22.4	0.08	20.6	0.24	73.0	0.13	39.2	0.08	20.4	0.23	70.4	0.24	72.2	0.17	01.9	0.10	04.4	0.11	33.9	شمال	90	السودة		
30.3.0.5	0.05	16.4	0.07	19.7	0.05	20.7	0.05	10.1	0.17	02.2	0.08	24.3	0.07	20.6	0.20	09.2	0.22	26.0	0.16	49.0	0.12	30.4	0.09	27.0	شرق	138	ال عامر		
30.3.0.5	0.03	9.7	0.03	8.2	0.04	12.3	0.04	12.8	0.10	31.0	0.07	22.4	0.03	9.9	0.10	30.7	0.10	46.9	0.19	01.9	0.11	32.0	0.07	22.7	شمال	110	سر لعمان		
30.3.0.5	0.10	31.3	0.07	20.8	0.07	19.8	0.03	7.9	0.09	21.7	0.05	13.9	0.02	0.7	0.11	24.4	0.30	91.2	0.14	42.6	0.07	22.0	0.06	19.6	شمال	112	صحيح للبحر		
30.3.0.5	0.10	46.8	0.07	22.2	0.05	21.9	0.04	13.6	0.09	27.1	0.03	9.6	0.05	16.0	0.19	07.0	0.36	110.7	0.21	63.7	0.16	49.2	0.08	02.7	ش في	100	تومة		
30.3.0.5	0.11	32.8	0.14	39.1	0.05	42.8	0.05	16.0	0.21	19.0	0.05	14.0	0.06	18.2	0.26	79.2	0.20	70.1	0.13	28.4	0.09	26.2	0.06	28.0	شرق	100	الزمراء		
30.3.0.5	0.06	18.2	0.05	14.6	0.02	6.2	0.03	8.0	0.06	17.6	0.04	11.0	0.03	9.2	0.11	33.2	0.23	29.1	0.13	39.2	0.06	18.2	0.06	19.2	شمال	112	سيت الملايا		
30.3.0.5	0.04	10.7	0.03	8.6	0.04	13.1	0.04	11.3	0.12	37.9	0.10	31.0	0.07	22.0	0.10	40.4	0.23	29.0	0.17	02.1	0.16	47.4	0.10	29.2	شرق	118	ابها		
30.3.0.5	0.06	19.2	0.05	14.2	0.04	12.8	0.04	12.8	0.06	17.6	0.07	21.0	0.03	8.0	0.10	44.4	0.23	29.4	0.18	00.2	0.04	13.4	0.08	24.0	شمال	118	عالة		
30.3.0.5	0.04	11.2	0.04	12.2	0.03	9.0	0.04	12.6	0.12	31.0	0.07	22.0	0.05	14.7	0.13	28.2	0.11	32.8	0.10	46.6	0.06	18.1	0.08	23.2	شرق	128	خميس منيط		
30.3.0.5	0.02	6.1	0.02	0.9	0.02	7.0	0.03	10.0	0.02	8.2	0.04	13.1	0.02	7.1	0.09	26.4	0.08	20.0	0.1	36.6	0.09	27.1	0.05	10.0	ش في	170	سرة عبيدة		
30.3.0.5	0.07	22.6	0.10	21.2	0.05	31.8	0.02	7.0	0.09	27.7	0.09	41.6	0.04	12.2	0.13	28.6	0.11	32.9	0.16	47.9	0.12	36.6	0.09	20.9	شمال ع	108	بني مالك		
30.3.0.5	0.02	7.4	0.02	6.7	0.05	16.8	0.02	0.7	0.04	13.2	0.04	12.0	0.02	10.2	0.10	30.2	0.08	23.0	0.07	21.7	0.02	7.4	0.02	7.1	شمال	130	الحلي		
30.3.0.5	0.07	17.0	0.02	4.9	0.01	21.6	0.01	2.0	0.02	9.1	0.01	3.1	0.02	4.9	0.08	24.7	0.10	29.4	0.17	00.9	0.08	23.8	0.08	22.8	شمال	128	اندك		
30.3.0.5	0.06	12.0	0.05	10.8	0.03	7.6	0.02	7.0	0.07	22.2	0.05	12.6	0.02	7.2	0.12	37.8	0.12	36.2	0.10	29.6	0.07	20.7	0.04	12.7	شمال	162	للاعة		
30.3.0.5	0.10	24.8	0.03	10.0	0.02	7.4	0.01	1.0	0.07	19.9	0.02	6.6	0.01	3.0	0.10	47.0	0.17	01.4	0.12	30.7	0.08	22.8	0.07	20.8	شمال	110	بني عمرو		
30.3.0.5	0.06	17.1	0.05	10.0	0.08	24.9	0.00	1.1	0.09	26.6	0.05	10.9	0.06	19.2	0.12	36.2	0.18	03.4	0.10	40.8	0.06	17.2	0.06	18.2	شرق	162	ظهور الخروب		
30.3.0.5	0.10	30.0	0.07	22.6	0.21	20.0	0.00	0.0	0.10	30.0	0.08	23.4	0.22	20.7	0.17	02.1	0.20	60.1	0.19	07.6	0.11	32.1	0.08	24.0	ش في	188	العرجة		
30.3.0.5	0.10	40.2	0.08	20.2	0.05	16.0	0.03	10.2	0.02	9.6	0.05	74.8	0.08	20.1	0.10	31.2	0.21	62.9	0.10	40.8	0.03	9.9	0.02	0.1	شمال	188	عمرى		
30.3.0.5	0.10	40.2	0.08	20.2	0.05	16.0	0.03	10.2	0.02	9.6	0.05	74.8	0.08	20.1	0.10	31.2	0.21	62.9	0.10	40.8	0.03	9.9	0.02	0.1	شمال ع	200	تباله		
30.3.0.5	0.06	18.1	0.09	27.4	0.05	10.2	0.01	4.0	0.08	22.8	0.02	0.0	0.07	20.4	0.09	27.8	0.17	01.2	0.10	30.3	0.04	11.0	0.06	18.2	شمال ع	140	البارون		
30.3.0.5	0.22	68.1	0.05	10.6	0.12	31.7	0.02	0.7	0.10	29.9	0.07	22.6	0.05	10.6	0.16	42.9	0.17	02.0	0.16	48.9	0.04	12.3	0.08	20.2	شمال ع	188	غير الجوب		
30.3.0.5	0.04	11.7	0.06	18.9	0.07	20.7	0.01	3.0	0.06	17.0	0.06	14.0	0.09	26.4	0.11	33.0	0.19	07.7	0.13	40.8	0.08	20.1	0.05	10.1	شمال	120	تاجر		
30.3.0.5	0.05	10.8	0.07	20.0	0.12	20.0	0.02	0.9	0.06	17.0	0.06	14.0	0.09	26.4	0.11	33.0	0.19	07.7	0.13	40.8	0.08	20.1	0.05	10.1	شمال ع	120	بني ثور		
30.3.0.5	0.03	9.0	0.05	30.2	0.06	14.2	0.04	12.0	0.07	21.8	0.06	19.2	0.07	20.0	0.09	31.0	0.11	32.2	0.07	21.0	0.04	11.7	0.03	9.9	شمال ع	162	الجوف		
30.3.0.5	0.14	42.0	0.04	10.2	0.05	10.2	0.00	0.0	0.11	34.0	0.08	20.2	0.07	20.4	0.10	31.0	0.11	34.2	0.09	26.7	0.06	17.2	0.04	12.1	شمال	200	الحبة		
30.3.0.5	0.02	8.2	0.04	11.9	0.02	0.2	0.00	0.3	0.08	23.6	0.01	2.2	0.04	12.0	0.06	19.6	0.10	29.2	0.06	17.4	0.03	10.1	0.02	8.7	شمال ع	128	ابن مشعل		
30.3.0.5	0.01	2.0	0.05	10.4	0.02	0.0	0.02	4.2	0.04	11.0	0.05	13.7	0.01	2.7	0.06	11.6	0.08	18.7	0.06	17.7	0.05	14.1	0.05	9.0	شمال	170	ابو حنية		
30.3.0.5	0.06	14.7	0.02	4.8	0.03	8.6	0.02	6.6	0.02	0.2	0.01	4.2	0.01	3.8	0.06	17.7	0.08	20.6	0.04	10.9	0.07	20.6	0.03	9.0	شمال	120	ابو حنية		
30.3.0.5	0.04	11.0	0.03	7.7	0.03	7.7	0.00	1.2	0.06	17.6	0.00	1.2	0.02	6.0	0.05	16.4	0.12	27.4	0.05	16.7	0.02	0.6	0.04	11.4	ش في	200	بيضة		
30.3.0.5	0.01	4.3	0.08	24.2	0.01	0.0	0.00	0.0	0.02	0.7	0.00	0.0	0.00	1.0	0.02	7.4	0.11	32.0	0.07	21.1	0.04	13.6	0.04	11.2	شمال	288	تلثيث		
30.3.0.5	0.01	2.6	0.03	9.2	0.03	0.0	0.00	0.0	0.02	0.7	0.00	10.3	0.01	3.0	0.04	11.8	0.10	29.2	0.06	11.6	0.01	4.2	0.03	7.7	شمال	200	صمغ		

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة

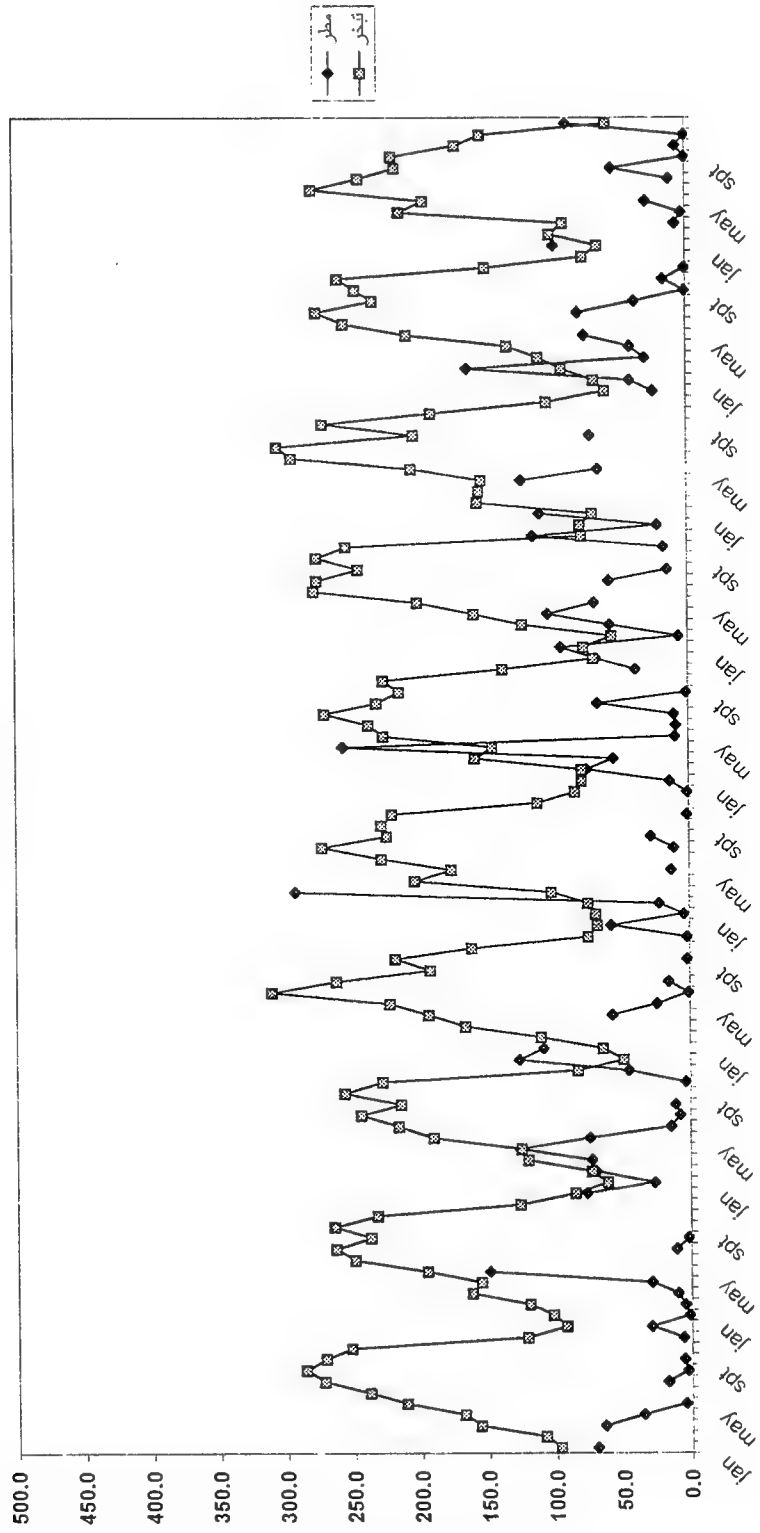
ملحق (ك)  
الغلات الشهرية للأخطار القصوى في محطات الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م

الغلات	اسم المحطة	القيم	يناير	السنه	فبراير	السنه	مارس	السنه	أبريل	السنه	مايو	السنه	يونيو	السنه	يوليو	السنه	أغسطس	السنه	سبتمبر	السنه	أكتوبر	السنه	نوفمبر	السنه	ديسمبر	السنه	المجموع	السنه
الأولى	بلسر	٧	١٩٩٣	٣	١٩٩٣	١٣,٦	١٩٩٣	١٦,٥	١٩٧٠	٥	١٩٨٨	٧	١٩٧٥	٧	١٩٨٠	١	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٠	٧	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٠	٧	١٩٨٧	٥٤	١٩٨٤
	التياس	١,٦	١٩٧١	٠,٢	١٩٨٤	١,٨	١٩٩٣	١,٦	١٩٩٧	٢,٨	١٩٩٣	٠,٢	١٩٨٤	٠,٢	١٩٨٨	١,٢	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٤	٠,٤	١٩٨٤	٠,٤	١٩٧٧	٠,٢	١٩٨٧	٢٢٥,٢	١٩٨١
	تنبية	٣	١٩٧٥	٧	١٩٧٩	٥,٨	١٩٧٩	٤	١٩٨٠	٤,٢	١٩٨٩	٢	١٩٧٤	٧,٥	١٩٩٦	٥	١٩٩٦	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٤	٤	١٩٧٧	١	١٩٧٥	١	١٩٧٥	١٦	١٩٨٤
	الطاسي	٣		٣	١٣,١	١٣,١		١٦,٥		٥		٢		٧,٥		٥			١		٤		٤		٣,١		٢٢٥,٢	
الثانية	عالم	٧	١٩٩٤	٧	١٩٩٥	٣,٢	١٩٩٥	٧,٤	١٩٩٣	١١,٢	١٩٩٣	٥,٥	١٩٩١	٢,٥	١٩٨٨	١٣,٥	١٩٩١	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	١,٥	١٩٩٣	٣	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦	١٩٧٣
	السودا	١,٠	١٩٩٦	٠,٢	١٩٩٦	٧,٠	١٩٩٠	٣,٩	١٩٩٢	٢,٦	١٩٨٦	١,٨	١٩٨٦	٢,١	١٩٨٤	١٤,٠	١٩٨٦	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	١,١	١٩٩٣	١,٥	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦	١٩٧٣
	في غير	٣,٢	١٩٩٠	٧	١٩٨١	٤,٢	١٩٨١	٧,٥	١٩٧٩	٨	١٩٧٥	٣,٢	١٩٨٧	٢	١٩٨٤	٨	١٩٨٢	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٤,٥	١٩٨٦	٤,٥	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦	١٩٧٣
	سر لصلان	٠,٨	١٩٨٦	٠,٢	١٩٨٤	٠,٢	١٩٨٨	٠,٩	١٩٧٤	٠,٢	١٩٨٦	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٨٧	٤,٣	١٩٨٧	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٠,٤	١٩٩٣	٠,٤	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦	١٩٧٣
الثالثة	الطاسي	٣,٢		٧	٤,٢	٤,٢		٧,٤		١١,٢		٥,٥		٧,٥		١٤			٤,٢		٤,٥		٤,٥		٣,١		١٦٦,٣	
	الصلون	٠,٨		٠,٢		٠,٢		٠,٩				٠,٢		٠,٢		٤,٣			٠,٢		٠,٤		٠,٤		٠,٢		١٦٦,٣	
	صنع بالمر	١	١٩٩٥	٧,٥	١٩٩٣	١٣	١٩٩٣	١١,٢	١٩٧٦	٤	١٩٨٨	٢	١٩٩٣	١	١٩٨٥	٥	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٣	١٩٩٣	٣	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
	ترومة	٥	١٩٩٣	٧	١٩٩٠	٤,٥	١٩٩٠	١٢,٠	١٩٧٠	١٤	١٩٨٨	٥,٢	١٩٧١	٧,٥	١٩٩٣	٥,٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	١	١٩٩٣	١,٥	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
الرابعة	الزهرام	٨	١٩٨٩	١,٦	١٩٧٢	٤	١٩٧٢	٨,٥	١٩٨٢	٧,٨	١٩٨٩	٥	١٩٧٨	٧	١٩٩٣	٤	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٤,٥	١٩٩٣	٤,٥	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
	سبت القديس	٠,٥	١٩٨١	٠,١	١٩٨٤	٠,٤	١٩٨٤	٠,١	١٩٨٧	٠,٤	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٨٧	٢,٤	١٩٨٧	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٠,١	١٩٩٣	٠,١	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
	ابها	٠,٢	١٩٩٥	٠,٣	١٩٧٦	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٩٣	٠,٤	١٩٩٣	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٨٧	٢,٤	١٩٨٧	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
	عقبة	٠,٤	١٩٩٤	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٩٣	٠,٤	١٩٩٣	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٨٧	٢,٤	١٩٨٧	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
خمس مادية	الطاسي	٠,١	١٩٩٥	٠,١	١٩٩٣	١,٣	١٩٩٣	٠,١	١٩٧٢	١,١	١٩٧٤	٠,١	١٩٩١	٠,١	١٩٨٧	٠,١	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٠,١	١٩٩٣	٠,١	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
	الصلون	٨,٠		١,٧		١,٣		١,٢		١,١		٥,٢		٣,٨		٥,٤			٣,٤		٤,٥		٣,١		٥,٤		١٦٦,٣	١٩٨٤
	سودة عبيدة	٠,٢	١٩٧٢	٠,٢	١٩٩٣	٠,٨	١٩٩٣	٠,٢	١٩٧٥	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٨٧	٠,٢	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
	بني ماله	٩	١٩٧٠	٠,٣	١٩٧٠	١,١	١٩٩٣	٣,٨	١٩٧٠	٤	١٩٨٨	٧,٥	١٩٧١	٤,٣	١٩٩٣	٤	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	١,٥	١٩٩٣	١,٥	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
السادسة	الطاسي	٠,٤	١٩٨٦	٠,٢	١٩٩٣	٠,٤	١٩٨٩	١	١٩٧٠	٠,٤	١٩٩٣	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٨٧	٠,٢	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
	الدمية	٠,٥	١٩٨١	٠,١	١٩٨٤	١	١٩٨٤	٠,٢	١٩٨٦	٣,٨	١٩٨٩	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٨٧	٠,٢	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
	تالعة	١	١٩٩٦	٧	١٩٧٥	١	١٩٨٤	٢,٢	١٩٩٣	٤	١٩٩٣	٠,٣	١٩٩٢	١	١٩٨٧	٠,٢	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
	بني عردو	١	١٩٩٥	٠,١	١٩٨٤	٠,٢	١٩٨٩	٠,٢	١٩٨٧	١,٤	١٩٨٩	٠,١	١٩٩١	٠,٢	١٩٨٧	٠,٢	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
السابعة	الطاسي	٩		٧		١,١		٣,٨		٥,٤		٧,٥		٤,٣		٣			٣,٤		٤,٥		٣,١		٥,٤		١٦٦,٣	١٩٨٤
	الصلون	٠,٤		٠,١		٠,٤		٠,٢		٠,١		٠,١		٠,١		٠,١			٠,١		٠,١		٠,١		٠,١		١٦٦,٣	١٩٨٤
	طهران الجديري	١	١٩٩٠	٠,٢	١٩٧٤	٤	١٩٨٨	٥	١٩٧٣	١,٢	١٩٧٨	٥	١٩٩٥	٣	١٩٨٩	٥	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
	الدرجة	٣٠	١٩٩٢	٣,٧	١٩٨٣	٥,٠	١٩٩٣	١٧,٣	١٩٧٣	١٤	١٩٧٧	٢٠	١٩٩٥	١٠	١٩٨٩	٨	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	١,٥	١٩٩٣	١,٥	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
الثامنة	بني لور	٥,٢	١٩٩٦	٥,٢	١٩٨٥	٣,٥	١٩٨٤	٥,٢	١٩٨٩	٥	١٩٧٨	١,٢	١٩٩١	١,٢	١٩٨٧	١,٢	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	١,٢	١٩٩٣	١,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
	الوف	١	١٩٧٠	٩,٥	١٩٧٥	٢,١	١٩٧٤	١,٢	١٩٧٨	١,٢	١٩٧٩	١,٢	١٩٩١	١,٢	١٩٨٧	١,٢	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	١,٢	١٩٩٣	١,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
	الحبة	٠,٢	١٩٨٧	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٨٧	٠,٢	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	١٦٦,٣	١٩٨٤
	ابن طليل	١	١٩٨٧	٧,٤	١٩٧٢	١,٢	١٩٩١	٠,٥	١٩٩١	٠,٤	١٩٩١	٠,٢	١٩٩١	٠,٤	١٩٩١	٠,٢	١٩٩١	١٩٩٣										



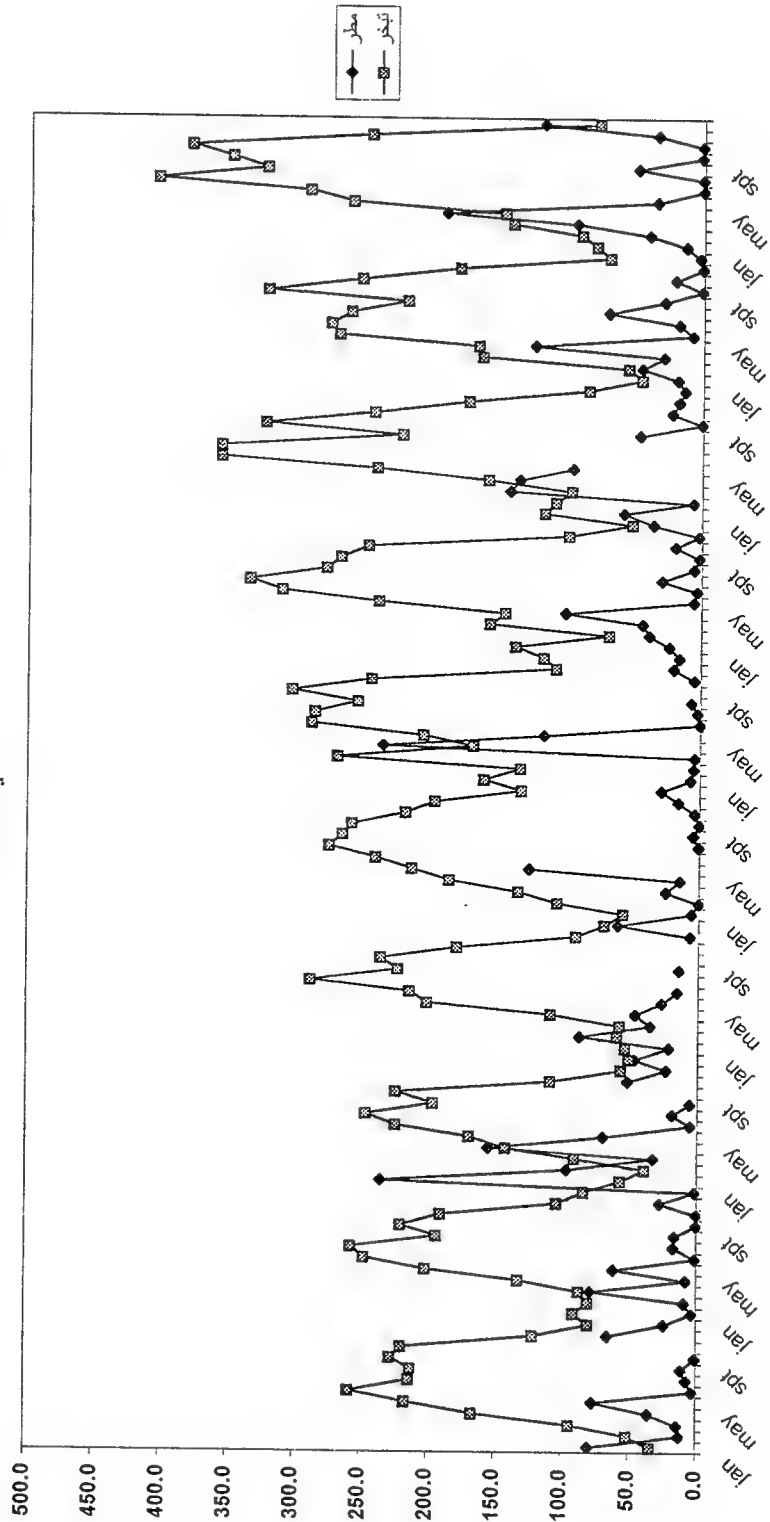
المصدر من إعداد الباحثة اعتقاداً على البيانات المتأخذة من وزارة الزراعة والمياه قسم الجدار والبحر، والجامعة العامة للأصا وحيلة البادية

ملحق (م)  
معدلات الأمطار والتبخر / النتح في دورة مائية كاملة بمنطقة الجبال المرتفعة وسط حوض تصريف  
وادي بيشة -

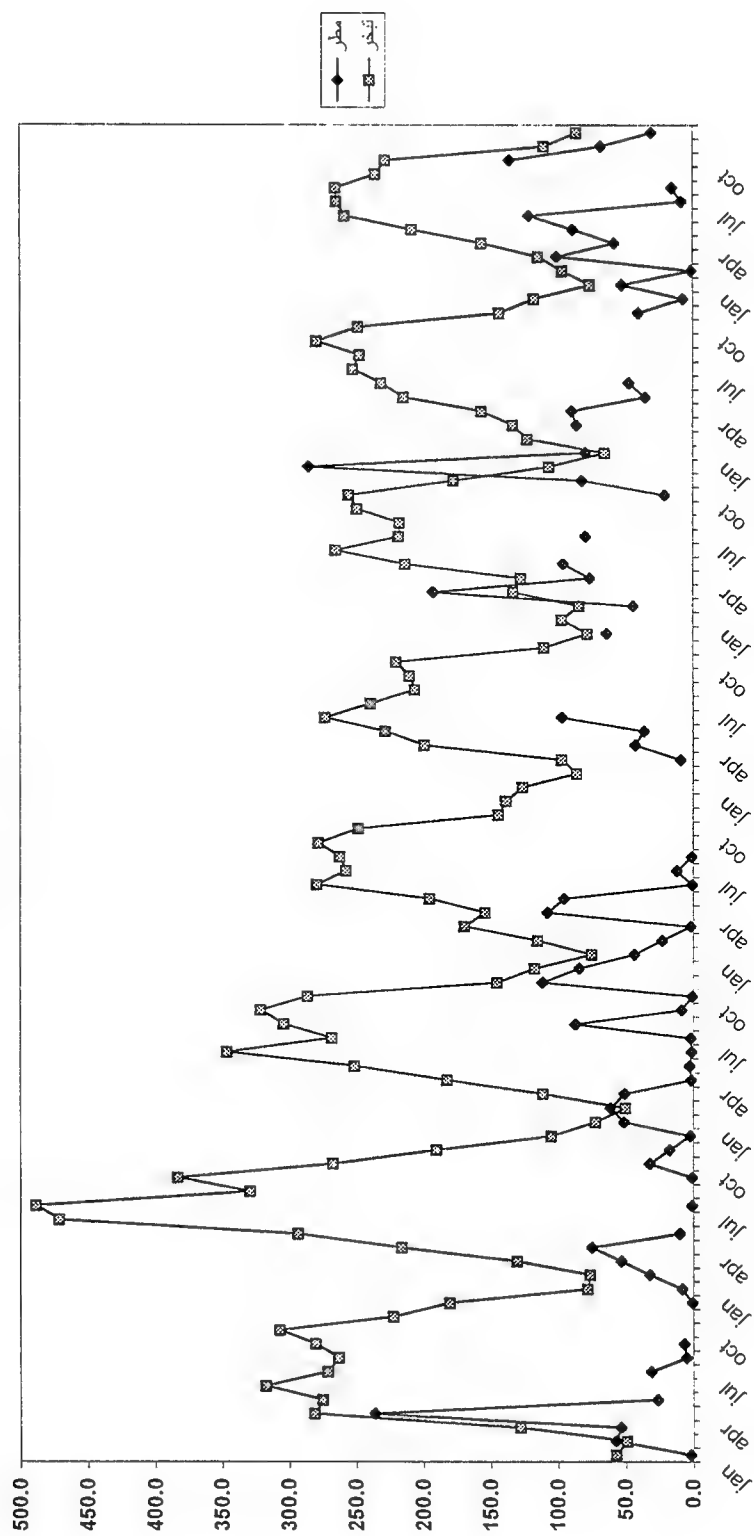




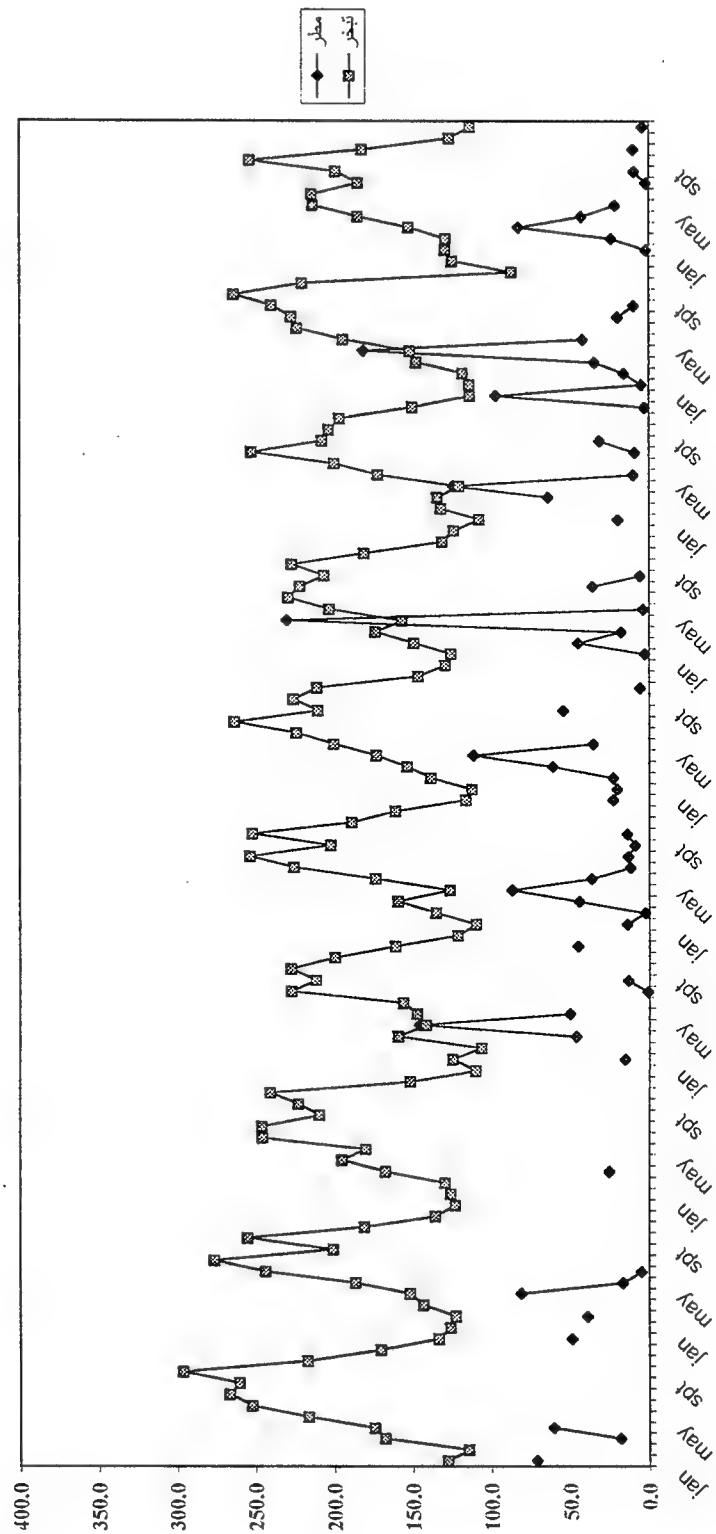
تابع ملحق (م)  
معدلات الأمطار والتبخر / النتح في دورة مائية كاملة بمنطقة الجبال المرتفعة وسط حوض تصريف  
وادي بيشة.



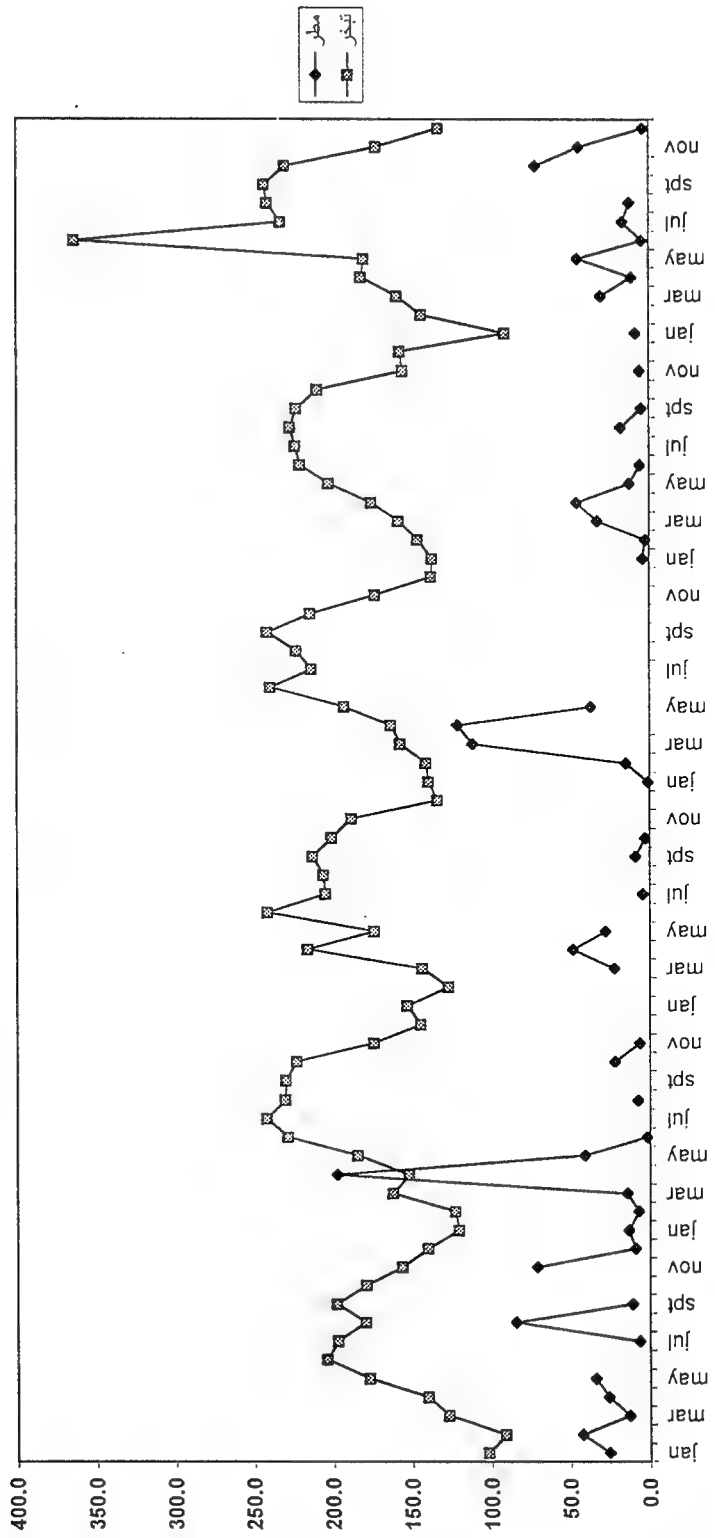
معدلات الأمطار والتبخر / النتح في دورة مائية كاملة بمنطقة الجبال المرتفعة وسط حوض تصريف وادي بيشة .  
تابع ملحق (م)



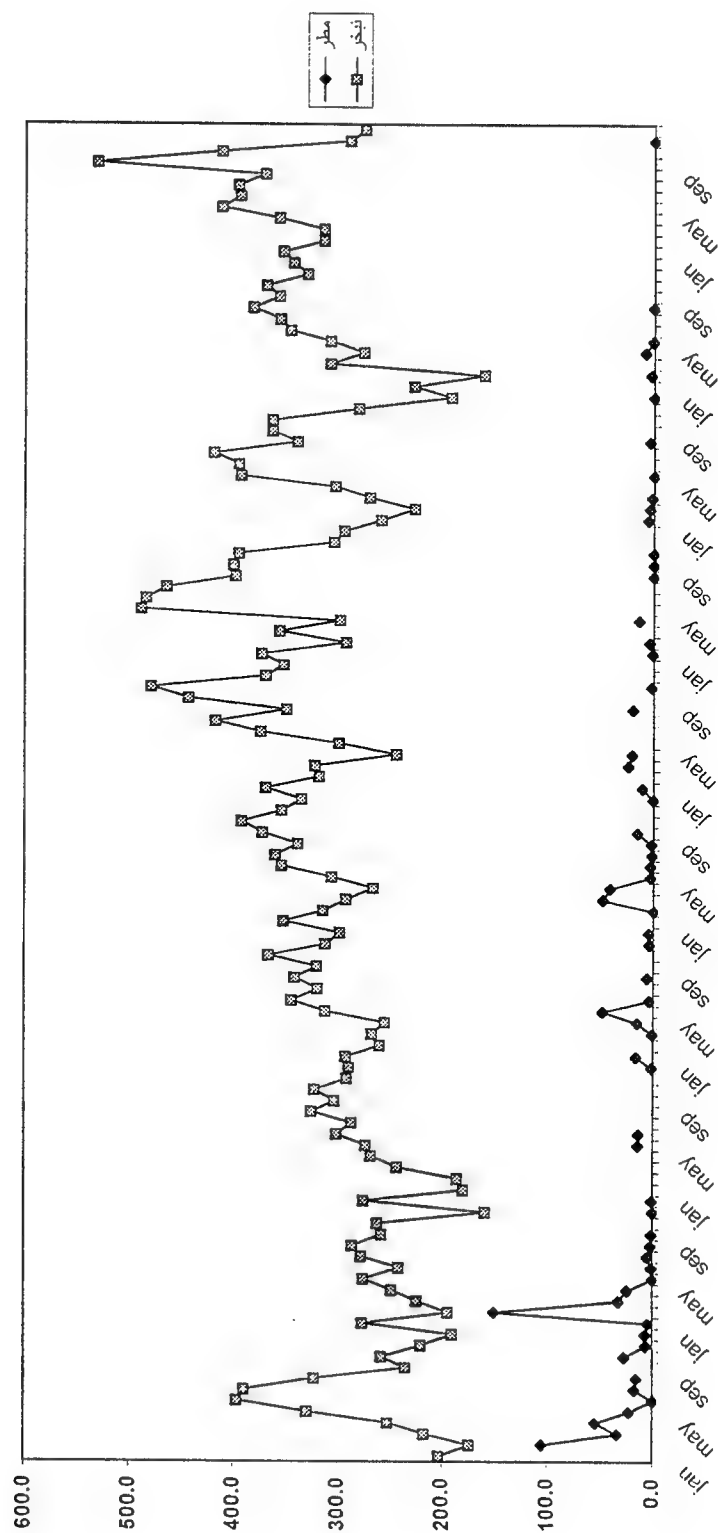
ملحق (ن)  
معدلات الأمطار والتبخر / النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الشمالية والغربية من حوض تصريف وادي بيشة .



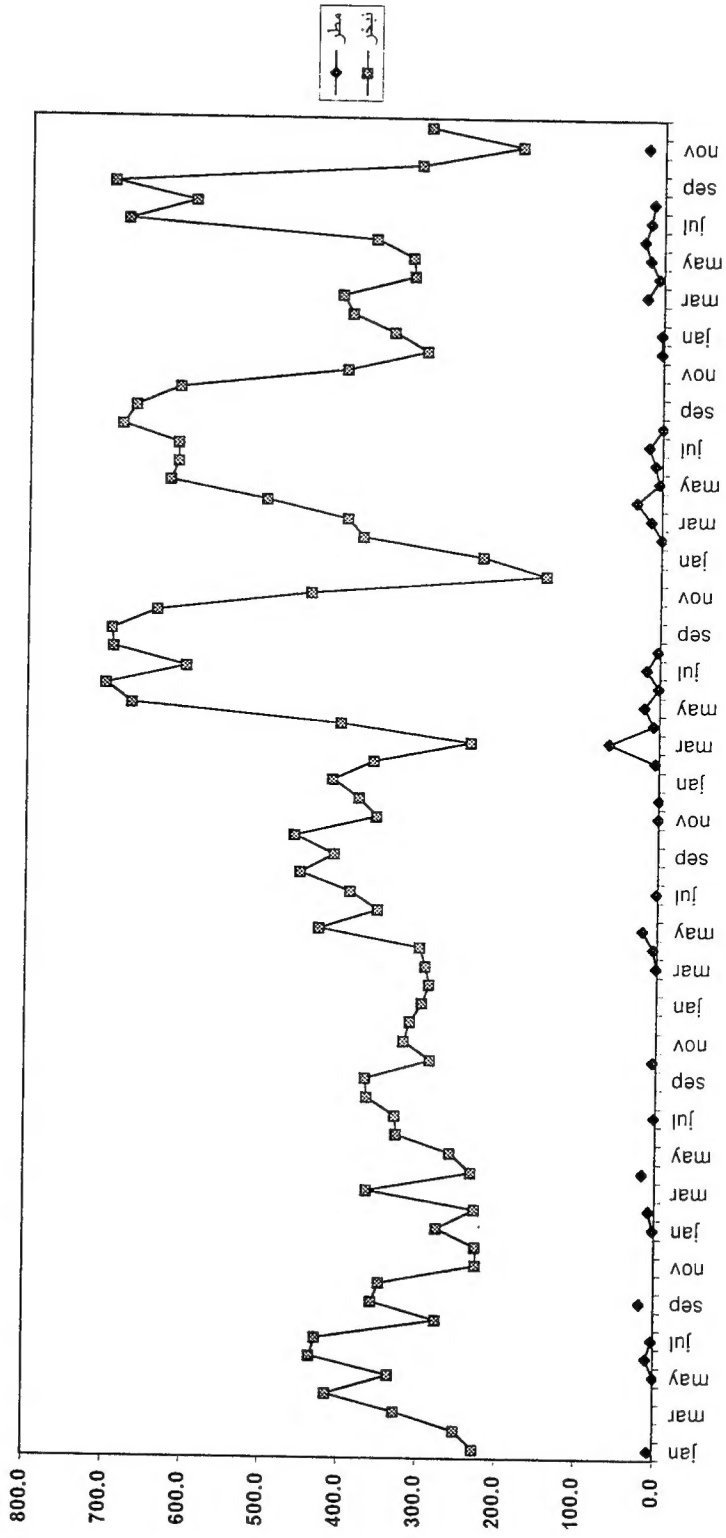
تابع ملحق (ن)  
معدلات الأمطار والتبخر / النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الشمالية والغربية من حوض  
تصريف وادي بيشة .



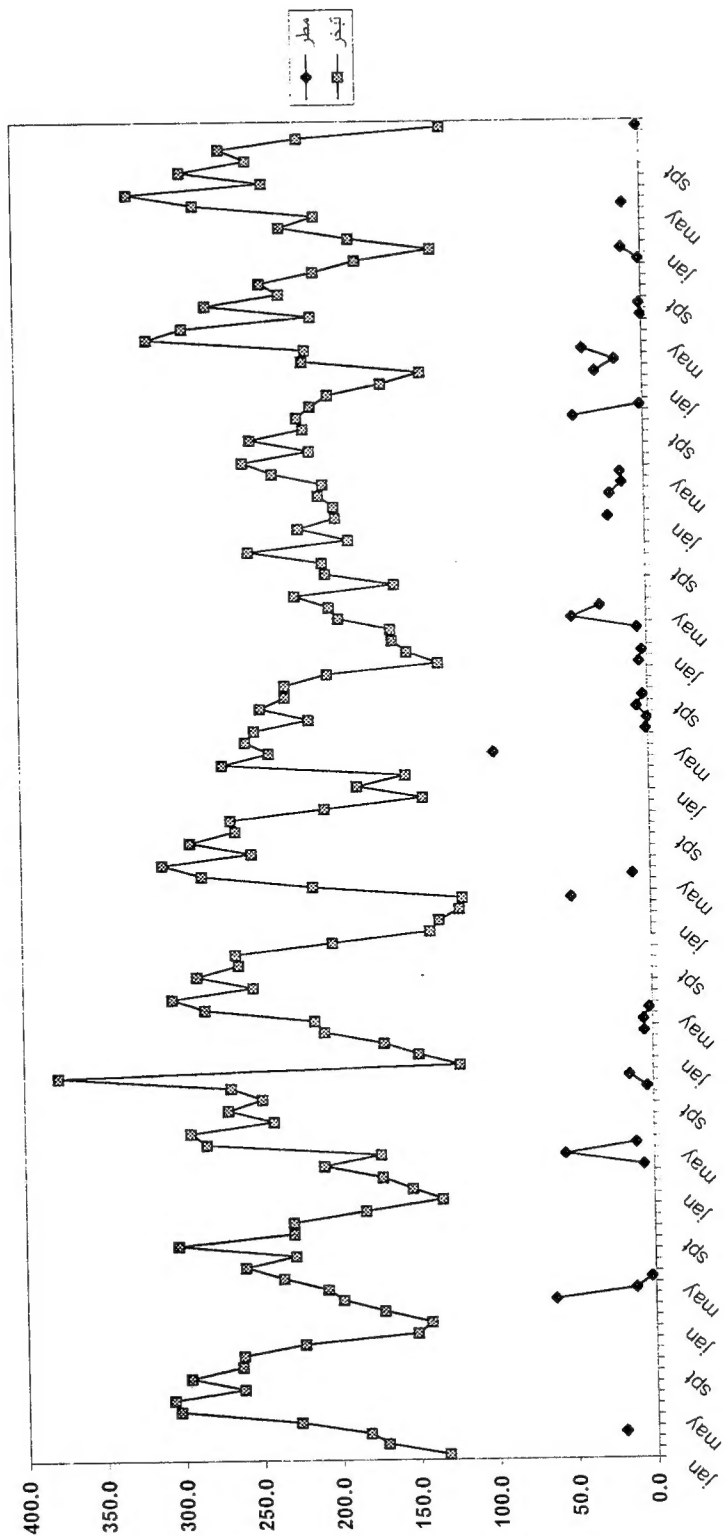
معدلات الأمطار والتبخر / النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الغربية والجنوبية من حوض تصريف ملحق (س) وادي بيشة.



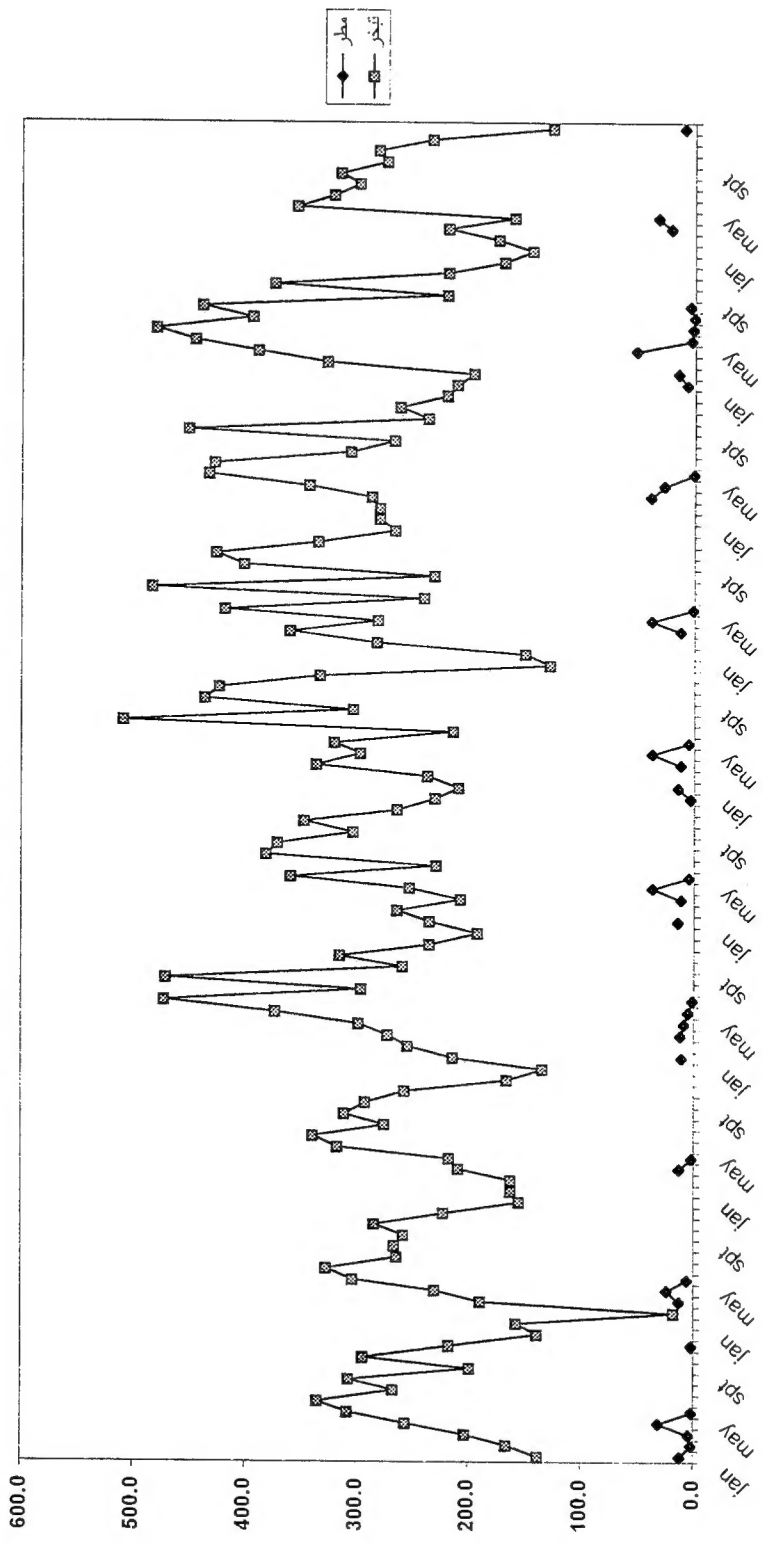
تابع ملحق (س)  
معدلات الأمطار والتبخر / النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الغربية والجنوبية من حوض تصريف  
وادي بيشة.



معدلات الأمطار والتبخر / النتح في دورة مائية كاملة في المنطقة التي تغطي الأجزاء الشرقية  
والشمالية والجنوبية من حوض تصريف وادي تتليث.



تابع ملحق (ع)  
معدلات الأمطار والتبخر / النتح في دورة مائية كاملة في المنطقة التي تغطي الأجزاء الشرقية  
والشمالية والجنوبية من حوض تصريف وادي تثلث.





معدلات الأمطار والتبخر / النتح في دورة مائية كاملة في المنطقة التي تغطي الأجزاء الشرقية (ع) تابع ملحق (ع)

